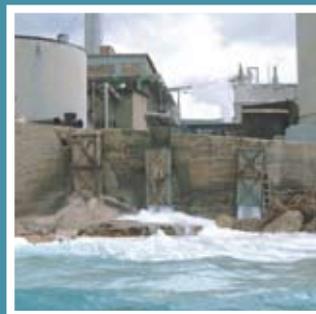


Problemi prioritari per l'ambiente mediterraneo

ISSN 1725-9177



Problemi prioritari per l'ambiente mediterraneo

Copertina: AEA
Foto di copertina © NDA Algeria, 2003
Foto a sinistra © Helmut Zibrowius
Foto a destra © AEA
Impaginazione: Brandpunkt A/S, AEA

Nota giuridica

Il contenuto della presente pubblicazione non rispecchia necessariamente il parere ufficiale della Commissione europea o di altre istituzioni della Comunità europea. L'Agenzia europea dell'ambiente e qualsiasi persona fisica o giuridica che agisca a nome suo non sono responsabili dell'uso che potrebbe essere fatto delle informazioni contenute nella presente relazione.

Tutti i diritti riservati

Divieto di riproduzione di qualsiasi parte della presente pubblicazione in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo elettronico o meccanico, comprese fotocopie e registrazioni, e con qualsiasi sistema di reperimento dati registrati senza autorizzazione scritta del titolare del copyright. Per i diritti di traduzione o riproduzione rivolgersi all'AEA (indirizzo qui sotto).

Numerose altre informazioni sull'Unione europea sono disponibili su Internet e reperibili attraverso il server Europa (<http://europa.eu.int>).

Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, 2006

ISBN 978-92-9167-369-8
ISSN 1725-9177

© AEA, Copenaghen 2006



Agenzia europea dell'ambiente
Kongens Nytorv 6
1050 Copenhagen K
Danimarca
Tel.: +45 33 36 71 00
Fax: +45 33 36 71 99
Web: www.eea.eu.int
Richieste di informazioni: www.eea.eu.int/enquiries

Indice

Ringraziamenti	5
Sintesi	7
1 Introduzione	10
1.1 Caratteristiche del Mar Mediterraneo.....	10
1.2 Ambiente fisico.....	10
1.3 Idrografia.....	10
1.4 Produttività dell'ecosistema.....	11
1.5 Fauna e flora: stato della biodiversità.....	11
1.6 Pressioni esercitate dalle attività antropiche e relativi impatti.....	12
1.6.1 Natura e gravità dei problemi lungo il litorale mediterraneo e il mare costiero.....	12
1.6.2 Problemi prioritari paese per paese.....	13
1.6.3 Problemi emergenti che minacciano gli ecosistemi.....	13
2 Analisi dei problemi	16
2.1 Fonti di inquinamento di origine tellurica.....	16
2.2 Distruzione e alterazione fisica degli habitat.....	23
2.3 Inquinamento marino e in mare aperto.....	25
3 Problemi di inquinamento paese per paese	28
3.1 Albania.....	28
3.2 Algeria.....	29
3.3 Bosnia-Erzegovina.....	30
3.4 Croazia.....	30
3.5 Cipro.....	31
3.6 Egitto.....	31
3.7 Francia.....	32
3.8 Grecia.....	32
3.9 Israele.....	34
3.10 Cisgiordania e Gaza.....	34
3.11 Italia.....	35
3.12 Libano.....	36
3.13 Libia.....	36
3.14 Malta.....	37
3.15 Monaco.....	38
3.16 Marocco.....	38
3.17 Serbia e Montenegro.....	39
3.18 Slovenia.....	39
3.19 Spagna.....	40
3.20 Siria.....	41
3.21 Tunisia.....	42
3.22 Turchia.....	42
4 Aspetti particolari: rischi naturali	44
4.1 Sismicità.....	44
4.2 Attività vulcanica.....	44
4.3 Movimenti di masse: gli tsunami.....	45
5 Argomento specifico: specie esotiche	47
5.1 Invasioni biologiche: un processo ininterrotto.....	47

5.2	Modalità di introduzione e distribuzione delle specie esotiche nel Mediterraneo	47
5.3	Impatto delle specie esotiche	48
5.4	Le specie esotiche come risorsa alieutica	49
5.5	Il valore aggiunto fornito dallo studio di specie esotiche nel Mediterraneo	50
6	Argomento specifico: fioritura di alghe nocive	51
6.1	Fioritura di alghe nocive nel Mar Mediterraneo	51
6.2	Effetti tossici per gli esseri umani	51
6.3	Moria di pesci e contaminazione dei prodotti ittici	52
6.4	Cambiamenti negli ecosistemi	53
6.5	Conseguenze a livello socioeconomico	54
7	Argomento specifico: cambiamenti degli ecosistemi correlati a pratiche di pesca non sostenibili	55
7.1	L'approccio basato sugli ecosistemi nell'industria della pesca	55
7.2	Perdita di biodiversità: il problema dei rigetti	56
7.3	Cambiamenti della struttura delle popolazioni ittiche	57
8	Argomento specifico: cambiamenti degli ecosistemi correlati allo sviluppo dell'acquacoltura	59
8.1	Aspetti principali dell'impatto dell'acquacoltura	59
9	Argomento specifico: stato della qualità ecologica nelle zone costiere	63
9.1	Presenza e diffusione di macrofiti bentonici (vulnerabili/opportunistici)	63
9.2	Presenza/abbondanza di specie/taxa zoobentonici vulnerabili/opportunistici	64
9.3	Indice di diversità della comunità (H) in base agli zoobenthos	64
9.4	Stato della qualità ecologica in base agli zoobenthos	66
10	Strumenti giuridici e politici	68
10.1	La convenzione di Barcellona e i suoi protocolli (sistema di Barcellona)	68
10.2	La cooperazione dell'UE con i paesi partner del Mediterraneo	69
10.3	Una revisione degli aspetti allarmanti a livello ambientale e dei corrispondenti strumenti politici e giuridici	70
10.3.1	Inquinamento	70
10.3.2	Conservazione della biodiversità	71
10.3.3	Pesca - acquacoltura	72
11	Conclusioni	73
11.1	Risultati principali	73
11.2	Progressi verso una migliore gestione dell'ambiente	74
11.2.1	Mancanza di conoscenze e ulteriori attività necessarie	74
11.2.2	Prevenzione dell'inquinamento e ottimizzazione delle pratiche di gestione	75
11.2.3	Capacità socioeconomica di gestione dell'ambiente	76
11.2.4	Esigenze e futuri interventi della gestione integrata delle zone costiere (ICZM)	76
11.3	Necessità di meccanismi regolamentari adeguati	77
	Acronimi	78
	Bibliografia	81

Ringraziamenti

La presente relazione è stata redatta dall'Agenzia europea dell'ambiente (AEA), dal Centro tematico europeo Acqua (ETC/WTR) dell'AEA e dal Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente/piano d'azione per il Mediterraneo (UNEP/PAM). Il Centro ellenico per la ricerca marina (HCMR) ha erogato un contributo finanziario in qualità di partner dell'ETC/WTR.

I redattori capo sono Evangelos Papathanassiou e Argyro Zenetos, entrambi dell'HCMR, ed Ewa Wlodarczyk (responsabile di progetto dell'AEA).

I principali collaboratori sono, in ordine alfabetico: Fouad Abousamra (UNEP/ PAM), Michalis Angelidis (Università dell'Egeo, Grecia), Nikoleta Bellou, Dimitris Sakellariou, Nikos Streftaris e Argyro Zenetos (tutti dell'HCMR). Altri collaboratori fanno parte del gruppo

di lavoro UNEP/PAM: Francesco Saverio Civili, George Kamizoulis e Colpan Polat-Beken. Un ringraziamento è dovuto anche a Tim Lack (ETC/WTR) e a Linda Kioussi (HCMR) per la messa a punto linguistica e a Linda Bredahl (AEA) e Antonis Zambelis (HCMR) per avere prontamente ridisegnato le cartine e i grafici. Mark Grundy (AEA) ha curato la versione finale della relazione.

L'AEA ringrazia i coordinatori nazionali di MEDPOL e della Commissione europea (DG Ambiente) per le osservazioni fatte sulla bozza del documento. I loro commenti sono stati inclusi, per quanto possibile, nella versione finale della relazione.

Prefazione

Nel 1999, riconoscendo la mancanza di informazioni opportune e mirate per intervenire, l'AEA e l'UNEP/PAM hanno collaborato a una pubblicazione congiunta: *Stato e pressioni sull'ambiente marino e costiero del Mediterraneo*. La collaborazione volta a fornire valutazioni più approfondite, che sono fondamentali per un intervento globale teso a invertire le tendenze attuali nella regione, è continuata e si esemplifica in questa relazione congiunta.

In base ai principi della strategia tematica europea per la protezione e la conservazione dell'ambiente marino, l'AEA e l'UNEP/PAM hanno sviluppato un interesse comune per una pubblicazione che si concentra sulle zone di inquinamento prioritarie nel Mar Mediterraneo affrontandone i relativi problemi. Tutti questi problemi sono affrontati in base a un approccio ecosistemico. Gli elementi di fondo della presente relazione sono tratti dalle relazioni sulle analisi diagnostiche nazionali (NDA) più recenti (2003-2004) dei vari paesi, elaborate nel quadro dell'attuazione del piano d'azione strategico (SAP) per combattere l'inquinamento provocato dalle attività a terra nel Mar Mediterraneo. Oltre a ciò, un'analisi diagnostica transfrontaliera (TDA) (UNEP/PAM, 2004a), basata sul programma UNEP/PAM MEDPOL, ha evidenziato le aree marine e costiere minacciate dalle attività a terra (per esempio, l'inquinamento causato dall'urbanizzazione, dalla crescita demografica, dal turismo, dalle acque reflue, dalle attività industriali — compresi l'industria petrolifera e il traffico marittimo — e l'agricoltura).

La relazione non intende fornire un'analisi completa sullo stato dell'ambiente marino mediterraneo, ma esamina nel dettaglio alcuni problemi che stanno nascendo nella regione mediterranea. Essi rappresentano un motivo di preoccupazione per il mantenimento di un ecosistema sostenibile, sono stati riconosciuti come tali nelle precedenti relazioni dell'AEA (AEA, 1999; 2002) e comprendono:

- le **invasioni biologiche**, che possono causare importanti cambiamenti nella biodiversità marina, in particolare nel bacino orientale;
- **modalità di pesca e di acquacoltura non sostenibili in alcuni paesi mediterranei**, che possono condurre all'eccessivo sfruttamento delle risorse biologiche ed esercitare un impatto sull'ecosistema marino e costiero, per esempio la pesca a strascico praticata sugli habitat di fondale e sulle specie non bersaglio;
- **le fioriture di alghe nocive, la cui proliferazione comporta rischi per la salute dell'uomo in tutto il Mediterraneo;**
- **i pericoli naturali e lo stato di qualità ecologica, che sono stati aggiunti all'elenco dei problemi emergenti, dato l'interesse che rivestono a livello mondiale.**

Infine, è doveroso riconoscere che i dati principali della presente relazione sono stati forniti dai paesi aderenti al programma UNEP/PAM. La relazione può servire a evidenziare scelte politiche alternative per aiutare i responsabili politici regionali e nazionali a elaborare azioni prioritarie che abbiano un effetto positivo sull'ambiente marino del Mediterraneo.

Sintesi

La presente relazione è stata redatta dall'AEA e dall'UNEP/PAM. Essa mira a individuare le zone di inquinamento prioritarie e i problemi emergenti del Mar Mediterraneo. La relazione non intende fornire un'analisi completa sullo stato dell'ambiente marino mediterraneo, bensì affronta problemi specifici che suscitano forti preoccupazioni per lo sviluppo sostenibile della regione e che sono stati riconosciuti come tali nelle precedenti relazioni dell'AEA (AEA, 1999; 2002).

La costa mediterranea registra la presenza di molte attività antropiche, che rappresentano un importante fattore di degrado dell'ecosistema marino. I problemi che destano maggiore preoccupazione sono:

Le acque di scarico e i deflussi urbani. Su 601 città costiere con una popolazione superiore ai 10 000 abitanti (pari a una popolazione residente totale di 58,7 milioni di persone), solo il 69% è dotato di un impianto per il trattamento delle acque reflue. Tuttavia, l'efficienza degli impianti in termini di eliminazione degli inquinanti è molto limitata e inadeguata. Il problema è aggravato dal rapido sviluppo di molte città e centri urbani costieri, soprattutto sulla costa meridionale del Mediterraneo.

I rifiuti solidi prodotti nei centri urbani lungo il litorale mediterraneo sono spesso smaltiti in discariche senza alcun trattamento sanitario o dopo un trattamento sanitario minimo. Lo scarico di rifiuti solidi fini provenienti da impianti industriali costieri o di materiali inerti derivanti da attività edili può causare la copertura del fondale da parte di materiali di origine terrestre.

Effluenti industriali, compresi quelli derivanti dalla trasformazione di idrocarburi. Su gran parte delle zone costiere del Mediterraneo sono presenti industrie chimiche ed estrattive che producono quantità considerevoli di **rifiuti industriali** (per esempio, metalli pesanti, sostanze pericolose e inquinanti organici persistenti (POP)) che, direttamente o indirettamente (attraverso i fiumi e le acque di dilavamento) possono raggiungere gli ambienti marini del Mediterraneo. Oltre a ciò, gli stock di **sostanze chimiche obsolete** (quali i POP e i pesticidi) sono considerati un'importante fonte di contaminazione per l'ambiente marino. La maggior parte di questi composti è argomento di discussione nell'ambito del dibattito sulla presenza dei POP nella regione mediterranea. In molti casi non sono state adottate misure per il controllo e il trattamento del lisciviato di discarica che inquina la nappa freatica e/o l'ambiente

marino costiero con inquinanti organici e metalli pesanti. Inoltre, incendi fortuiti emettono particelle di fumo, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e diossine, compromettendo seriamente la qualità dell'aria.

L'urbanizzazione del litorale costituisce uno dei principali problemi della regione mediterranea, che spesso comporta una perdita di biodiversità attribuibile alla distruzione e all'alterazione fisica degli habitat. I problemi legati alla cementificazione del litorale sono diffusi in tutto il Mediterraneo e, generalmente, sono causati da uno sviluppo sfrenato, in particolare delle infrastrutture turistiche. Anche la distruzione delle zone umide e delle paludi salmastre per la conquista di territorio e l'estrazione delle risorse costiere (estrazione in cave di sabbia e di roccia) per attività di costruzione modificano irrimediabilmente il litorale naturale mediterraneo.

L'eutrofizzazione è molto comune nei corpi d'acqua marini protetti, come i porti e le baie semichiusure lungo la costa mediterranea, soprattutto se in prossimità delle città costiere. Gli effluenti urbani non trattati o parzialmente trattati contengono considerevoli quantità di nutrienti e di materia in sospensione (degradabile o inerte), che contribuiscono fortemente all'accumulo di depositi ricchi di sostanze organiche e contaminati da metalli e da altri inquinanti.

L'erosione della sabbia è un problema diffuso in molti paesi mediterranei. Pur essendo provocata da cause naturali, come il trasporto dei sedimenti marini, può essere amplificata dalle attività antropiche (per esempio, l'estrazione in cave di sabbia). L'erosione della sabbia può avere molteplici effetti sull'ecosistema costiero: la distruzione degli strati superficiali del suolo che porta all'inquinamento della nappa freatica, il degrado del sistema delle dune con una conseguente diminuzione delle risorse sedimentarie, e la desertificazione e riduzione della diversità biologica.

Il trasporto marittimo è una delle principali fonti di inquinamento da idrocarburi di petrolio (petrolio grezzo) e da idrocarburi policiclici aromatici (IPA) del Mar Mediterraneo. Si stima che, ogni anno, circa 220 000 navi di stazza superiore alle 100 tonnellate attraversino il Mediterraneo. Queste navi scaricano approssimativamente 250 000 tonnellate di idrocarburi derivanti dalle operazioni di navigazione come lo scarico delle acque di zavorra, il lavaggio delle cisterne, il carenaggio e gli scarichi di combustibile e di petrolio. Inoltre, tra il 1990 e il 2005 sono fuoriuscite circa 80 000 tonnellate di petrolio in seguito a incidenti di navigazione. Infine, circa 120 000 tonnellate all'anno

sono riversate in mare a causa di incidenti nei depositi petroliferi e delle normali fuoriuscite provenienti dagli impianti a terra, generando in tal modo elevate concentrazioni di idrocarburi nelle acque circostanti.

Tutti questi problemi sono stati presi ad esempio per valutare i principali problemi ambientali nella zona costiera del Mar Mediterraneo (tabella 1). Le zone critiche e quelle più preoccupanti dal punto di vista ambientale sono state suddivise in base ai singoli paesi e così individuate. Occorre osservare, tuttavia, che le relazioni nazionali talvolta contenevano dati contraddittori e che i dati non erano disponibili per tutti i paesi in pari misura. Pertanto, lo stress da inquinamento è stato valutato a livello nazionale e non per l'intero Mediterraneo.

Oltre alle minacce legate alla navigazione e alle attività a terra, alcuni problemi sono stati giudicati preoccupanti per la salute degli ecosistemi marini del Mediterraneo.

Invasioni biologiche. I cambiamenti climatici associati al deterioramento degli ecosistemi vicino a porti e lagune hanno comportato considerevoli **cambiamenti a livello di biodiversità** dovuti all'introduzione e all'insediamento di specie esotiche, la maggioranza delle quali si concentra nel bacino orientale (bacino di Levante). L'introduzione di specie esotiche (oltre 600 specie censite nel 2004) è un processo dinamico ininterrotto, in base al quale, ogni anno, vengono

registrate una quindicina di nuove specie. È doveroso notare che, **nel XXI secolo, sono state contate nel Mediterraneo 64 nuove specie, di cui 23 censite nel 2004.**

Fioriture di alghe nocive (HAB). Nel Mediterraneo, la proliferazione di HAB ha comportato gravi problemi di salute pubblica causati dal consumo di prodotti ittici contaminati da alghe tossiche. In base ai risultati del progetto di ricerca ECOHARM finanziato dall'Unione europea, si stima che l'impatto socioeconomico delle HAB per tre paesi mediterranei oggetto di valutazione (Italia, Grecia e Francia) si aggiri sui 329 Mio EUR all'anno.

Sfruttamento delle risorse marine. Il degrado della catena alimentare marina causato dalla pesca (*il cosiddetto fishing down the marine food web*) ha un impatto negativo sugli ecosistemi. Secondo le statistiche sulla pesca della FAO, nel Mediterraneo il livello trofico medio del pescato è diminuito di circa un livello negli ultimi 50 anni, con una consistente perdita dei grandi predatori nell'ecosistema. Un altro impatto documentato della pesca riguarda i cambiamenti osservati nella struttura delle popolazioni ittiche. Nel Mediterraneo, gli stock ittici di fondale sono dominati da pesci giovani, un fattore questo che è indice di una forte pressione della pesca. I pesci piccoli sono molto interessanti dal punto di vista economico, ragione per cui in alcune zone di pesca a strascico si osserva una pesca massiccia di pesci di taglia troppo piccola.

Tabella 1 Principali problemi ambientali nella zona costiera dei paesi mediterranei

	Effluenti urbani	Rifiuti solidi urbani	Effluenti industriali	Effluenti oleosi	Accumuli di sostanze chimiche tossiche	Eutrofizzazione della costa	Urbanizzazione costiera
Albania	+	+	-	-	+	+/-	+/-
Algeria	+	+	+	+	-	+/-	+
Bosnia-Erzegovina	+	+	-	-	+/-	-	+
Croazia	+	+	-	+ (previste expected)	-	+	+
Cipro	+/-	-	+	-	-	-	+/-
Egitto	+	+	+	+/-	-	+	+
Grecia	+	+	+	-	-	+/-	+/-
Francia	+	-	+	-	-	+/-	+
Israele	+	-	+	+/-	-	+/-	+/-
Italia	+	-	+	+	-	+	+
Libano	+	+	+/-	-	-	-	+
Libia	+	+	+	+/-	-	-	-
Malta	+	+/-	+/-	+/-	-	-	+
Monaco	-	-	-	-	-	-	+
Marocco	+	+	+	+	+/-	+/-	+
Gaza	+	+	+	-	-	+/-	+
Spagna	+	-	+	-	-	+/-	+
Slovenia	+	-	+	-	-	+/-	+
Siria	+	+	+	+	-	+/-	+/-
Turchia	+	+	+	+/-	-	+	+
Tunisia	+	+	+	-	-	+/-	+

+ : Problema grave; +/- : Problema medio; - : Problema marginale

Allo stesso modo, le percentuali elevate di scarto delle specie bersaglio sotto taglia contribuiscono alla perdita di biodiversità delle specie non bersaglio.

Diffusione dell'acquacoltura. Secondo l'UNEP/PAM/MEDPOL, l'acquacoltura intensiva è "indubbiamente motivo di preoccupazione per il Mediterraneo", trattandosi di un mare regionale in cui l'acquacoltura è complessivamente aumentata da 19 997 tonnellate nel 1970 a 339 185 tonnellate nel 2002. I cambiamenti a livello di diversità (diminuzione dell'abbondanza, della diversità e della biomassa della macrofauna e della flora nonché dell'abbondanza e della diversità degli organismi che vivono nei sedimenti e negli habitat di fondale) figurano tra gli effetti negativi dell'acquacoltura che sono stati documentati. Tuttavia, gli effetti gravi si concentrano normalmente su zone limitate, larghe al massimo qualche centinaio di metri. L'ecosistema locale può riprendersi, seppure a ritmi lenti, una volta cessata l'attività di acquacoltura.

Pericoli naturali. Le conseguenze socioeconomiche dei grandi terremoti possono essere devastanti, soprattutto nelle zone urbane costiere. La maggiore sismicità di alcune regioni mediterranee e la conseguente attività degli tsunami evidenziano la necessità di una migliore tutela delle coste.

Durante la stesura della presente relazione è apparso evidente che esistono conoscenze limitate nei seguenti settori:

- a) livelli e carichi inquinanti;
- b) problemi di natura transfrontaliera;
- c) inventari di specie esotiche, ecosistemi specifici e aree critiche;
- d) tendenze nello stato di qualità ecologica e a livello di variazioni della biodiversità degli ecosistemi costieri legati all'impatto antropico, per esempio l'urbanizzazione, le attività industriali, la navigazione, la pesca e l'acquacoltura;

- e) cooperazione regionale. Le informazioni sulla parte meridionale e orientale del Mediterraneo provengono, a differenza della parte settentrionale, da programmi di ricerca sporadici, contraddittori e spesso poco affidabili.

Conclusioni

I principali problemi dei paesi della fascia meridionale e orientale del Mediterraneo riguardano l'inadeguatezza del trattamento dei rifiuti urbani e della gestione delle sostanze chimiche, a differenza dei paesi della fascia settentrionale, in cui ci si dovrebbe adoperare per risolvere i problemi causati dall'uso di sostanze chimiche e dal relativo impatto ambientale. Nella regione mediterranea settentrionale, la più industrializzata, esistono a priori i meccanismi di prevenzione necessari, le tecnologie correttive e il quadro giuridico adeguato, ma manca la volontà politica di questi paesi di far rispettare la normativa ambientale. La regione mediterranea meridionale, invece, si sta sviluppando a spese dell'ambiente non potendo contare sulle condizioni economiche e sulle tecnologie necessarie.

Nella regione mediterranea, la grande priorità in materia di gestione ambientale è predisporre la legislazione ambientale necessaria garantendone il rispetto. La ratifica dei protocolli continua a essere una sfida per la regione. Gran parte degli accordi ambientali multilaterali esistenti sono stati ratificati da pochi paesi.

1 Introduzione

Riquadro 1.1 Caratteristiche principali del Mar Mediterraneo

- Temperature elevate: (minima annua di 12 °C, che raggiunge i 25 °C in estate) con la conseguente produzione di tassi metabolici elevati.
- Forte salinità: il più salino dei mari europei. Poiché l'evaporazione supera il volume delle precipitazioni e delle acque di superficie, il mare è caratterizzato da una perdita di acqua dolce pari a circa 2 500 km³/anno (AEA, 1999).
- Regime microtidale: regime caratterizzato da un'escursione di marea normalmente inferiore a 50 cm, che pertanto riduce le possibilità di diluizione e dispersione dei rifiuti disciolti e particellari.
- Oligotrofia: mare povero di nutrienti, con scarsa produzione primaria e biomassa fitoplanctonica limitata. L'oligotrofia aumenta da ovest verso est. La produzione primaria in alto mare è limitata da fosforo, contrariamente alla limitazione da azoto nella maggior parte degli oceani del pianeta.
- Grande biodiversità: la fauna e la flora sono tra le più ricche al mondo, soprattutto nella zona costiera, e caratterizzate da una grande diversità e da un'elevata percentuale di endemismi.
- Invasioni biologiche: presenza di un elevato numero di specie aliene introdotte in aumento nei porti e nelle lagune. Nel canale di Suez Canal il traffico marittimo raggiunge livelli considerevoli; da qui la presenza più consistente di specie aliene nel bacino orientale.

1.1 Caratteristiche del Mar Mediterraneo

Le principali caratteristiche degli ecosistemi marini del Mediterraneo (riquadro 1.1 e tabella 1.1) sono molto diverse da quelle degli altri mari europei. Da esse dipende l'evoluzione dei cicli biologici e fisico-chimici che incidono su tutti gli aspetti dei processi ecologici.

I livelli di ossigeno sono quasi saturi in superficie (6 ml/l in inverno e 4,8 ml/l in estate). In profondità la concentrazione di ossigeno si aggira sui 4,5 ml/l nel bacino occidentale e 4,2 ml/l in quello orientale. I fiumi principali sono l'Ebro, il Rodano, il Po e il Nilo. La temperatura media annuale per le acque di superficie e le acque profonde è indicata nella tabella 1.2.

1.2 Ambiente fisico

Il Mar Mediterraneo è il più grande mare europeo semichiuso, caratterizzato da una stretta piattaforma continentale, una zona litorale di larghezza limitata e un piccolo bacino idrografico, soprattutto nella parte settentrionale. Il canale di Sicilia (largo 150 km e profondo 400 m) separa due bacini diversi, quello occidentale e quello orientale, tra i quali funge da confine geografico e idrologico.

1.3 Idrografia

Il modello di circolazione delle correnti e la geomorfologia generale del Mediterraneo sono fenomeni complessi, illustrati schematicamente nella figura 1.1.

Tabella 1.2 Temperatura media di superficie (inverno-estate) negli strati superficiali e intermedi (200–1 000 m) del Mar Mediterraneo

Zona marina	Temperatura °C	
	Superficie	Strato da 200 a 1000 m
Gibilterra	15–20	13.5
Stretto di Sicilia	14–23	13.8
Straits of Crete and south Aegean	16–24	14.9
Mar di Levante	16–26	14.9

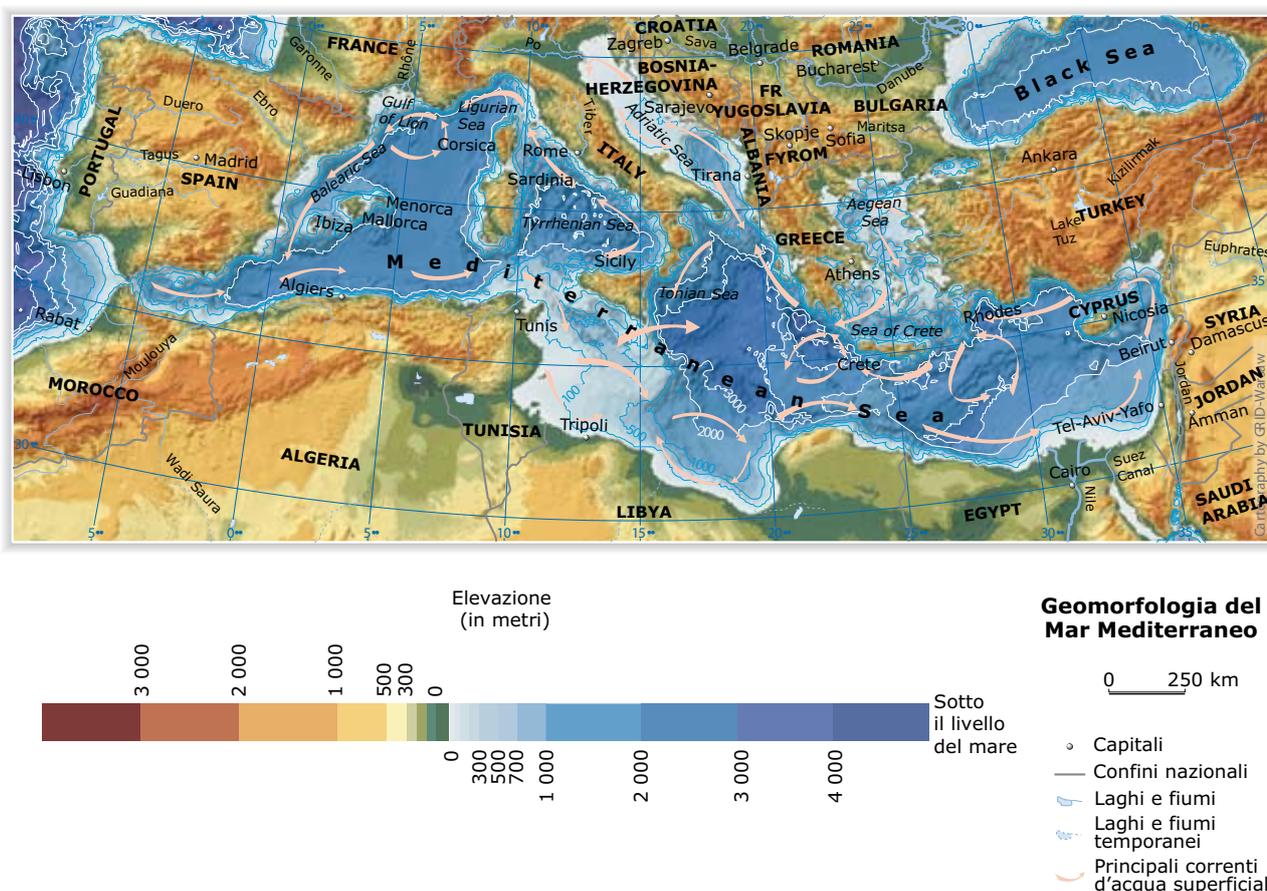
Fonte: AEA, 2002

Tabella 1.1 Statistiche del Mar Mediterraneo

Superficie km ²	Lunghezza della costa km	Profondità media m	Temperatura media °C (O-E)	Salinità media ‰ (O-E)
2,5 milioni	46 000	1 500	15–21	36.2–39

Fonte: AEA, 2002.

Figura 1.1 Geomorfologia del Mar Mediterraneo (distribuzione della profondità e correnti principali)



Fonte: AEA, 2002

1.4 Produttività dell'ecosistema

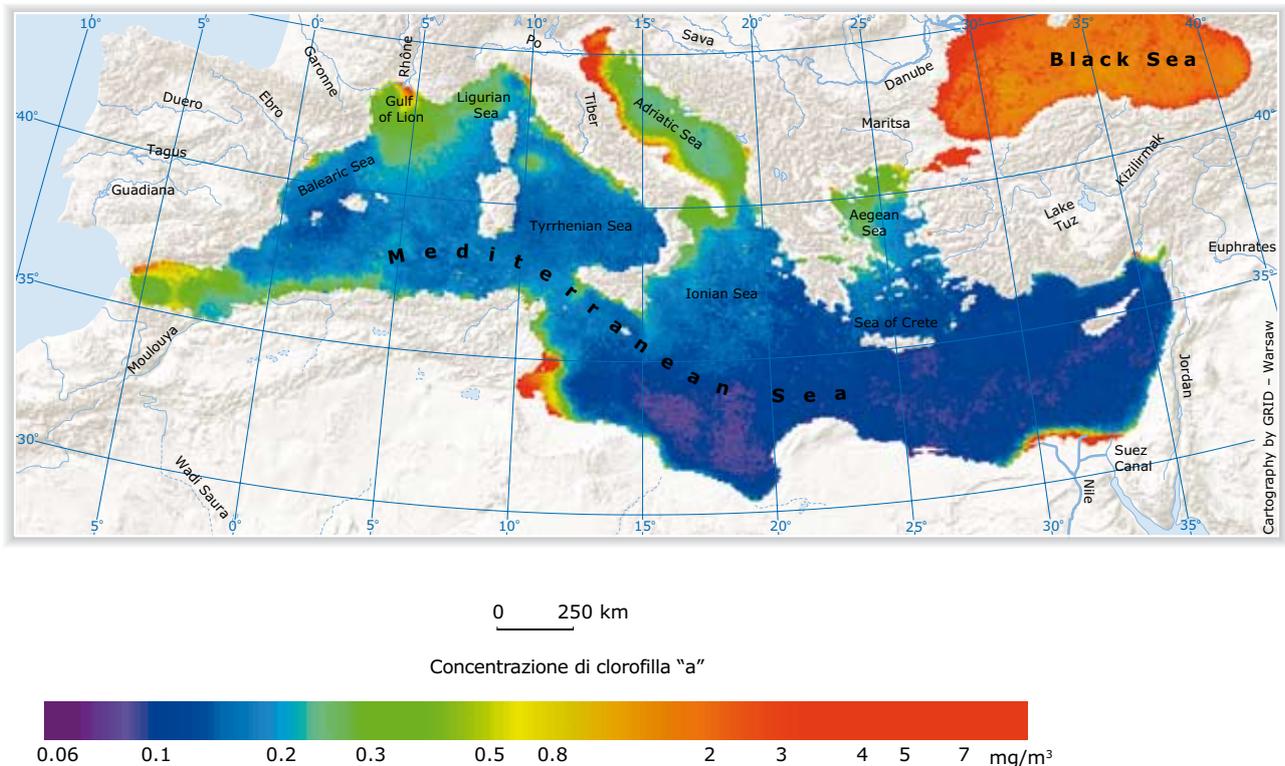
Condizioni oligotrofiche: il bacino mediterraneo è caratterizzato da una scarsa produzione primaria (figura 1.2) e da una biomassa fitoplanctonica limitata. La debole presenza di biomassa fitoplanctonica comporta un'elevata trasparenza dell'acqua e la penetrazione della luce nella profondità della colonna d'acqua (Ignatiades, 1998), consentendo in tal modo la fotosintesi a profondità più elevate. La produzione primaria è limitata a livello di fosforo (P), contrariamente alla debole concentrazione di azoto (N) nella maggior parte degli oceani del globo. In tali condizioni, ci si potrebbe aspettare una maggiore produzione primaria solo in presenza di un aumento della quantità di fosforo. Tuttavia, recenti esperimenti condotti per incrementare il carico di fosforo nel Mediterraneo orientale non sono riusciti a confermare questa ipotesi (progetto di ricerca CYCLOPS finanziato dall'UE). L'ipotesi di lavoro è quindi cambiata: in base all'ipotesi attuale, il Mediterraneo orientale presenta chiaramente un livello limitato di P durante la proliferazione di fitoplancton in inverno. In estate, la situazione evolve in un sistema in cui N e P sono entrambi fattori limitanti.

Il Mediterraneo è caratterizzato da un forte gradiente ovest-est nelle concentrazioni di clorofilla e di nutrienti. L'immagine satellitare SeaWiFS (figura 1.2) mostra le acque oligotrofiche chiare e scarsamente pigmentate del Mar Mediterraneo rispetto alle acque eutrofiche del Mar Nero, che rivelano una crescente oligotrofia verso est. La grande eccezione alla natura generalmente oligotrofica del Mediterraneo orientale è rappresentata dal sistema fortemente eutrofico dell'Adriatico settentrionale, dovuto agli scarichi di nutrienti dai fiumi del nord e, principalmente, dal Po.

1.5 Fauna e flora: stato della biodiversità

La fauna e la flora mediterranee si sono evolute per milioni di anni in una straordinaria combinazione di elementi temperati e subtropicali, con una forte percentuale (28%) di specie endemiche (Fredj *et al.*, 1992). La varietà attuale delle condizioni climatiche e idrologiche e i biotopi specifici del

Figura 1.2 Concentrazioni medie di clorofilla "a" in superficie nell'autunno 1998



Nota: Totalità di tutti i dati ricevuti in settembre, ottobre e novembre 1998 provenienti dal sensore di colore per gli oceani SeaWiFS.

Fonte: Progetto NASA SeaWiFS e ORBIMAGE Inc.

Mediterraneo spiegano la marcata diversità delle specie, dovuta in parte alla storia geologica della zona. In totale sono state censite 10 000 - 12 000 specie marine (di cui 8 500 specie di fauna macroscopica e oltre 1 300 specie vegetali). Questa biodiversità così ricca rappresenta l'8-9% del numero totale di specie marine al mondo e ancora oggi se ne scoprono di nuove, soprattutto a profondità e in zone finora inesplorate.

La situazione generale della ricchezza di specie nel Mar Mediterraneo (figura 1.3) è simile a quella delle concentrazioni di produzione primaria e di clorofilla "a", illustrata nella figura 1.2.

1.6 Pressioni esercitate dalle attività antropiche e relativi impatti

1.6.1 Natura e gravità dei problemi lungo il litorale mediterraneo e il mare costiero

Molte attività antropiche rappresentano importanti fonti di degrado per l'ecosistema marino mediterraneo. L'inquinamento costituisce solo uno dei problemi

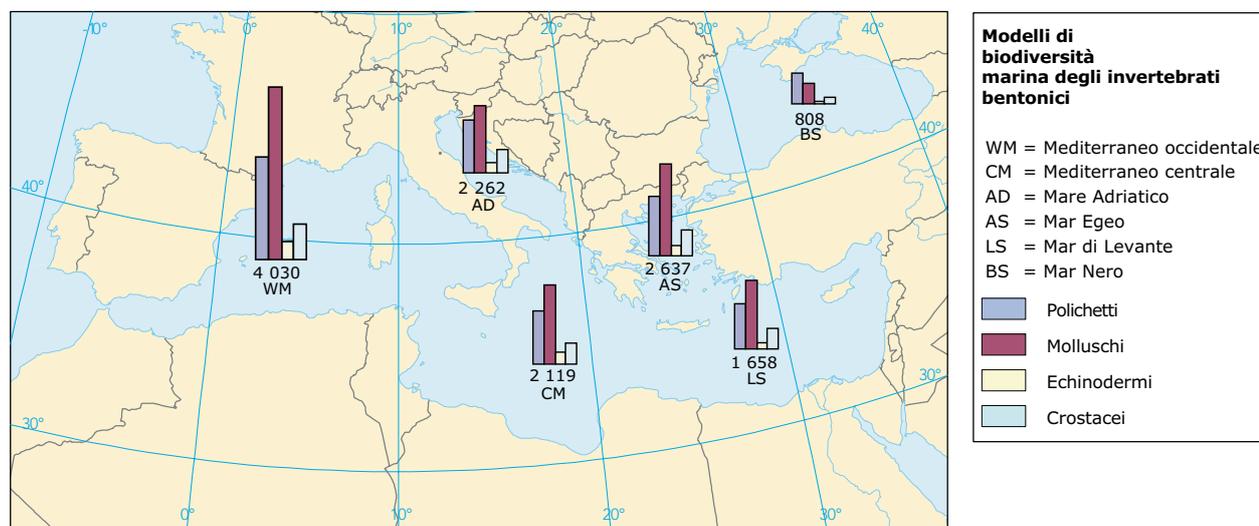
che minacciano la vitalità del Mediterraneo in quanto ecosistema. Anche l'alterazione e la distruzione di habitat marini e costieri causate da pratiche di sviluppo inadeguate e da una cattiva gestione sono problemi molto importanti. Lo stress antropico esercitato sull'ambiente marino mediterraneo può essere classificato in base alle seguenti categorie:

Fonti di inquinamento di origine tellurica

- acque di scarico e deflussi urbani;
- rifiuti solidi urbani;
- inquinanti organici persistenti (POP);
- metalli pesanti;
- composti organoalogenati;
- sostanze radioattive;
- nutrienti;
- solidi sospesi;
- rifiuti pericolosi.

Distruzione e alterazione fisica degli habitat

- costruzione e alterazione dei litorali;
- alterazione delle zone umide e delle paludi salmastre;
- alterazione delle acque marine e del bacino costiero.

Figura 1.3 Modelli di biodiversità degli invertebrati bentonici nel Mediterraneo

Nota: Il numero totale delle specie di invertebrati bentonici suddivise per zone marine è indicato sotto gli istogrammi. Il numero complessivo per il Mediterraneo è pari a circa 5 900 specie.

Fonte: Zenetos *et al.*, 2003.

Inquinamento marino e in mare aperto

- idrocarburi di petrolio derivanti dal traffico marittimo;
- rifiuti marini.

Problemi emergenti (cfr. il punto 1.6.3)

- invasioni biologiche;
- eccessivo sfruttamento delle risorse alieutiche;
- diffusione dell'acquacoltura;
- proliferazione di fioriture di alghe nocive (HAB).

La popolazione dei paesi mediterranei era costituita da circa 450 milioni di persone nel 1996 e, in base alle stime, raggiungerà i 520–570 milioni di residenti nel 2030 (AEA, 1999). Questa pressione demografica in costante aumento è aggravata dal turismo. Il clima mite e il patrimonio naturale e culturale attirano un folto numero di turisti, la cui percentuale, infatti, rappresenta circa un terzo del turismo internazionale mondiale. Il turismo si concentra con modalità stagionali nelle zone costiere, in particolare sulle coste del bacino nord-occidentale. Si prevede che i 135 milioni di turisti che hanno visitato la regione nel 1996 aumenteranno anno dopo anno fino ad arrivare a 235–300 milioni nei prossimi 20 anni.

I paesi hanno individuato, nel quadro del piano d'azione strategico (SAP) dell'UNEP, 131 aree con particolari problemi di inquinamento lungo il litorale mediterraneo (figura 1.4 — UNEP/OMS, 2003). Queste "aree critiche" sono fonti di inquinamento puntuali o zone costiere inquinate, che possono avere ripercussioni sulla salute umana, gli ecosistemi, la biodiversità, la sostenibilità o l'economia.

Di queste aree critiche il 26% è costituito da zone urbane, il 18% da zone industriali e il 56% da zone miste (urbane e industriali) (UNEP/PAM, 2003a). Inoltre, lungo il litorale mediterraneo sono state individuate 59 aree sensibili (zone marine che potrebbero diventare aree con particolari problemi di inquinamento). Tutte queste pressioni hanno portato al degrado della qualità dell'ambiente di alcune zone costiere, mentre in mare aperto l'impatto sull'ambiente mediterraneo è ancora incerto.

1.6.2 Problemi prioritari paese per paese

Le politiche incentrate sui problemi ambientali tese a eliminare l'inquinamento nella regione mediterranea sono descritte dettagliatamente nel capitolo 10. Le principali iniziative al riguardo sono riassunte nel riquadro 1.2.

Nelle analisi diagnostiche nazionali (NDA) è stato stabilito un ordine di priorità per i problemi ambientali, classificati in base alla loro importanza. Le aree con particolari problemi di inquinamento e quelle sensibili sono state incluse negli elenchi delle priorità nazionali, in cui sono state inserite anche altre zone problematiche. I principali problemi di inquinamento sulla costa mediterranea sono presentati paese per paese in ordine alfabetico, sulla scorta delle informazioni disponibili nelle rispettive NDA e di altre fonti aggiuntive in mancanza delle analisi, ovvero nei casi di Principato di Monaco, Italia e Spagna.

1.6.3 Problemi emergenti che minacciano gli ecosistemi

I seguenti problemi sono stati considerati le principali minacce agli ecosistemi marini del Mediterraneo (AEA, 1999; 2002):

Figura 1.4 Aree con particolari problemi di inquinamento lungo la costa mediterranea



Fonte: HCMR sulla base di UNEP/OMS, 2003.

- **Invasioni biologiche.** L'introduzione di specie esotiche attraverso le acque di zavorra, le incrostazioni biologiche e i fenomeni di importazione e invasione hanno portato allo sviluppo di una nutrita popolazione di specie aliene, che talvolta ha avuto effetti catastrofici sull'ambiente naturale.
- **Eccessivo sfruttamento delle risorse alieutiche.** Le modalità di pesca non sostenibili hanno comportato un eccessivo sfruttamento del patrimonio ittico nel Mediterraneo. L'eutrofizzazione di alcune zone costiere ha quasi certamente comportato un incremento del pescato di alcune specie pelagiche nelle acque mediterranee che, in passato, erano povere di nutrienti. È opinione comune che le catture accessorie e i rigetti della pesca a strascico abbiano un effetto nocivo sull'ecosistema.
- **Diffusione dell'acquacoltura.** L'acquacoltura è praticata principalmente nella zona costiera, caratterizzata da un'elevata biodiversità e da un incremento delle pressioni antropiche (per esempio, il turismo, lo sviluppo urbano, i trasporti e l'agricoltura). Essa, pertanto, aggrava gli effetti dei loro potenziali impatti. Si registrano, infatti, conflitti con l'industria del turismo sull'utilizzo delle piccole baie naturali e un degrado degli habitat nei pressi delle gabbie. Tra i possibili impatti dell'acquacoltura sull'ambiente marino costiero figurano le malattie dei pesci, che potrebbero interessare anche la popolazione selvatica, e il degrado della comunità bentonica che vive sotto le gabbie.

Riquadro 1.2 Iniziative volte a controllare ed eliminare l'inquinamento nella regione mediterranea

Protocollo LBS: protocollo relativo alla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento di origine tellurica adottato il 17 maggio 1980, entrato in vigore il 17 giugno 1983 e modificato il 7 marzo 1996. La versione modificata non è ancora entrata in vigore.

SAP: il piano d'azione strategico, adottato nel 1997, è un'iniziativa orientata all'azione nel quadro del programma PAM/MEDPOL, che individua le principali categorie di sostanze e attività che devono essere eliminate o controllate da parte dei paesi mediterranei. Ciò deve essere fatto seguendo un calendario preciso per l'attuazione di misure e interventi specifici. Il programma SAP/MED costituisce il fondamento per l'attuazione del protocollo LBS da parte dei paesi mediterranei nei prossimi 25 anni, a partire dal 2001.

NDA: l'analisi diagnostica nazionale è la prima fase nell'elaborazione di un piano d'azione nazionale (NAP) volto a combattere le fonti di inquinamento di origine tellurica. Si tratta di un'analisi integrata dei principali problemi legati alle fonti di inquinamento di origine tellurica nelle zone costiere, compresi i relativi impatti ambientali.

- **Proliferazione di fioriture di alghe nocive (HAB).** La loro diffusione in tutto il Mediterraneo è un problema che non solo induce alterazioni negli ecosistemi, ma che genera anche ripercussioni sulla salute umana attraverso il consumo di prodotti ittici contaminati. Ciò rappresenta un impatto socioeconomico.
- **Pericoli naturali.** Pur non essendo dovuta a fattori antropici, la maggiore sismicità di alcune regioni mediterranee e la conseguente attività degli tsunami sottolineano la necessità di una migliore protezione costiera.

2 Analisi dei problemi

2.1 Fonti di inquinamento di origine tellurica

Acque di scarico e deflussi urbani (acque reflue urbane)

La produzione di acque di scarico da parte delle città costiere rappresenta uno dei principali problemi di inquinamento per la costa mediterranea. L'impatto che ne deriva per l'ambiente costiero marino influisce direttamente o indirettamente sulla salute umana, sulla stabilità dell'ecosistema marino e sull'economia della zona costiera (impatto sul turismo e sulla pesca).

Il problema è aggravato dalla rapida crescita di molte città e centri urbani costieri, in particolare sulla costa meridionale del Mediterraneo. Alla rete fognaria sono spesso allacciate solo alcune fasce della popolazione urbana, per cui si registra uno scarico diretto in mare di acque reflue non trattate attraverso altre bocche di scarico. Tra i principali inquinanti delle acque reflue urbane figurano le sostanze organiche (misurate in BOD₅ e in COD), i solidi sospesi, i nutrienti (azoto e fosforo) e i microrganismi patogeni. Nelle acque reflue sono anche presenti altri inquinanti come i metalli pesanti, il petrolio e gli idrocarburi clorurati.

La popolazione permanente della costa mediterranea si aggira intorno ai 150 milioni di abitanti.

La cifra, tuttavia, potrebbe raddoppiare nel periodo estivo poiché la regione è una delle destinazioni turistiche più frequentate al mondo. Lungo la costa mediterranea sono state censite 601 città con una popolazione superiore ai 10 000 abitanti in 19 paesi, per un numero totale di residenti pari a 58,7 milioni (UNEP/PAM/MEDPOL/OMS, 2004) (figura 2.1).

Il 69% di queste città utilizza un impianto per il trattamento delle acque reflue (WWTP), il 21% non ne dispone, il 6% ne sta costruendo uno e il 4% è dotata di un impianto fuori servizio per diversi motivi (figura 2.2a). La maggior parte degli impianti per il trattamento delle acque reflue nel Mediterraneo garantisce un trattamento secondario (55%), mentre il 18% offre solamente un trattamento primario (figura 2.2b).

La distribuzione degli impianti per il trattamento delle acque reflue non è uniforme nella regione mediterranea: rispetto alla costa meridionale, più abitanti della costa settentrionale sono serviti da un WWTP. Inoltre, a causa dell'incremento della popolazione urbana e del malfunzionamento degli impianti di trattamento, alcuni WWTP non riescono a produrre effluenti di qualità accettabile come inizialmente previsto (caso di studio: Città di Nador, Marocco).

Figura 2.1 Città costiere mediterranee



Fonte: HCMR sulla base di UNEP/PAM/MEDPOL/OMS, 2004.

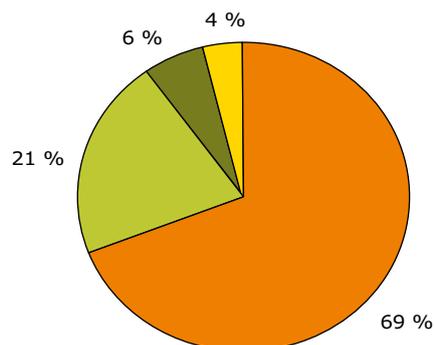
Rifiuti solidi

I rifiuti solidi prodotti nei centri urbani lungo il litorale mediterraneo rappresentano una grave minaccia sia per la salute umana sia per l'ambiente costiero marino.

Oltre allo smaltimento incontrollato dei rifiuti sotto forma di immondizia sparsa, nella maggioranza dei paesi i rifiuti solidi sono smaltiti in discarica dopo un trattamento sanitario minimo o senza alcun trattamento. Inoltre, queste discariche abusive si

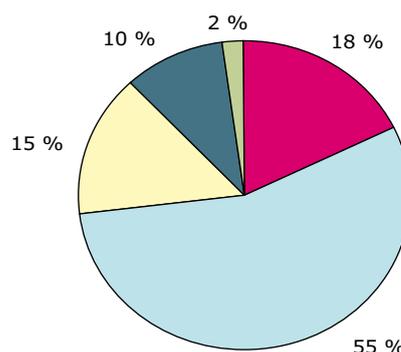
Figura 2.2 Trattamento delle acque reflue in 601 città costiere del Mediterraneo con una popolazione > 10 000

A: WWTP nelle città costiere



■ A ■ B ■ C ■ D

B: Livello di trattamento delle acque reflue



■ Primario ■ Secondario ■ Terziario
■ Ignoto ■ Pretrattamento

Nota: A: città costiere che dispongono di WWTP, B: città costiere prive di WWTP C: WWTP in costruzione/previsto, D: WWTP in manutenzione/temporaneamente fuori servizio/nessuna informazione.

Fonte: UNEP/PAM/MEDPOL/OMS, 2004.

Riquadro 2.1 Caso di studio – Città di Nador, Marocco

Nel 1980 è stato costruito a Nador un impianto per il trattamento delle acque reflue urbane a servizio di una popolazione di 50 000 persone. Nel 1990 la sua capacità di trattamento è stata potenziata per soddisfare la richiesta di 100 000 persone, con la costruzione di quattro bacini per la pulizia delle acque reflue su una superficie totale di 17 ettari. Ciononostante, la capacità di trattamento dell'impianto è stata superata dalla popolazione urbana, che attualmente conta quasi 150 000 persone. Inoltre, i malfunzionamenti meccanici e i bruschi aumenti del volume di acque reflue nei mesi estivi hanno portato a un trattamento parziale delle acque reflue in entrata. Per complicare le cose, due dei quattro bacini di pulizia hanno avuto problemi di infiltrazione di acqua marina, cosicché solo due sono rimasti pienamente operativi. Di conseguenza, le acque reflue urbane di Nador si riversano nell'ambiente costiero parzialmente trattate, causando il degrado dell'ecosistema marino.

Riquadro 2.2 Caso di studio – Libano

Nella maggioranza delle zone costiere i rifiuti solidi domestici non sono raccolti in maniera adeguata, poiché spesso sono mischiati a rifiuti solidi industriali e smaltiti in discariche a cielo aperto prive di una gestione adeguata. Le discariche più importanti situate direttamente sulla costa si trovano a Tripoli (con una superficie di 3 ha), Beirut (Borj Hammoud, 15 ha), Normandy (10 ha) e Saida (foto 2.1). Queste discariche costiere producono lisciviato contenente metalli e composti organici che incidono direttamente sull'ambiente costiero marino. In base alle stime, il carico totale di BOD sversato dalle discariche di Borj Hammoud, Normandy e Tripoli è rispettivamente pari a 36, 24 e 7,2 milioni di tonnellate all'anno.

Il lisciviato continua a rappresentare una minaccia per l'ambiente costiero nonostante il fatto che la discarica di Borj Hammoud sia chiusa dal 1997 e sia in fase di attuazione un progetto per riparare ai danni della discarica di Normandy. Inoltre, il lungo periodo di vita dei detriti alla deriva e dei rifiuti galleggianti ha portato a una situazione in cui, in molti luoghi di fronte alle discariche, il fondale è ricoperto di rifiuti (tra cui lattine, pneumatici e sacchetti di plastica), riducendo in tal modo la fotosintesi e soffocando la flora e la fauna marine.



Foto 2.1: Discarica di Borj Hammoud vicino al litorale (Libano).

Fonte: NDA Libano, 2003.

trovano spesso nelle periferie delle città o letteralmente sul lungomare, e sono fonte di malattie e di spazzatura per le aree circostanti. In molti casi non sono state adottate misure per il controllo e il trattamento del lisciviato di discarica che inquinano la nappa freatica e/o l'ambiente marino costiero con inquinanti organici e metalli pesanti. Inoltre, incendi fortuiti emettono particelle di fumo, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e diossine, compromettendo seriamente le condizioni sanitarie dei centri urbani circostanti.

Inquinanti organici persistenti — POP

Gli inquinanti organici persistenti comprendono alcuni pesticidi vietati e sostanze chimiche industriali di fabbricazione illegale, tra cui i bifenili policlorurati (PCB) e alcuni contaminanti nocivi (esaclorobenzene, diossine e furani). Tra gli obiettivi proposti dalle parti contraenti della convenzione di Barcellona nel quadro del SAP figurano:

- l'eliminazione progressiva dei seguenti pesticidi entro il 2010: DDT, aldrina, dieldrina, endrina, clordano, eptacloro, mirex, toxafene ed esaclorobenzene. Sono state previste alcune eccezioni per i pesticidi utilizzati a tutela della vita umana o quando, in base alle raccomandazioni dell'OMS, è stata effettuata un'analisi rischi / benefici molto convincente;
- il divieto di tutti gli usi esistenti di PCB entro il 2010;

- la riduzione delle emissioni di esaclorobenzene, diossine e furani.

Per molti paesi mediterranei non esistono informazioni dettagliate sulle emissioni di POP provenienti da fonti puntuali (centri urbani e industrie). È stato realizzato un numero limitato di studi sul bioaccumulo di alcuni POP nei biota mediterranei (figure 2.3a e 2.3b). Sulla costa mediterranea spagnola, la distribuzione delle concentrazioni di POP misurate nel *Mytilus galloprovincialis* rivela che le concentrazioni più elevate si trovano nella zona di Barcellona, sia per i PCB che per i DDT (progetto BIOMEJIMED). In genere, le autorità locali o nazionali non eseguono un monitoraggio regolare sulla maggioranza dei POP. In base alle stime, la principale fonte di POP (che perlopiù sono stati vietati in gran parte dei paesi della regione) è rappresentata dalle giacenze e dagli stock derivanti dalla precedente produzione e/o importazione (in particolare i PCB dei trasformatori), nonché dagli scarichi secondari provenienti dai depositi ambientali (cioè i sedimenti contaminati) dovuti a usi precedenti e a sversamenti accidentali. La produzione industriale contribuisce in maniera considerevole solo nei casi in cui è consentito un uso limitato di POP (per esempio, il DDT utilizzato come precursore del dicofol) e nel caso dei POP generati come prodotti secondari (per esempio, gli IPA e le diossine prodotti dalla combustione) (UNEP Sostanze chimiche, 2002).

- I pesticidi organoclorurati sono stati abbondantemente utilizzati nella regione, ma la produzione e l'utilizzo sono ora vietati nella maggioranza dei paesi. Tuttavia, in molti paesi si trovano ancora alcune giacenze di questi pesticidi (tabella 2.1).

Tabella 2.1 Giacenze di pesticidi nella regione mediterranea

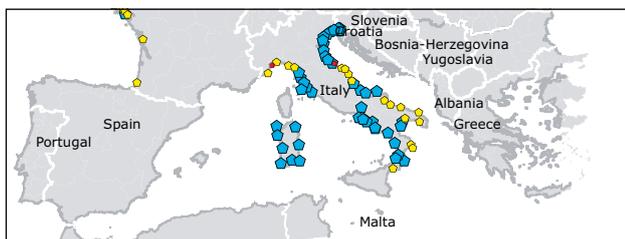
Paese	Luogo	Pesticida	kg
Algeria	Algeri, Tipaza	Aldrina	345
	Algeri, Ain Tremouchent, Mascara, Mustaganem, Sidi bel Abbas, Tizi Ouzou	DDT	189 400*
Libia	Tripoli-Bengazi	Dieldrina	20**
Morocco		DDT	2 062*
		Dieldrina	880
		Endrina	2 626
		Eptacloro	2 062
Siria	Hamah	DDT	1 500
Turchia	Kirikkale	DDT	10 930
Tunisia		Pesticidi	882

*Per il controllo delle cavallette, **Segnalato

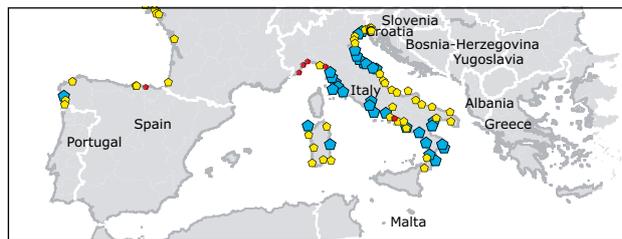
Fonte: UNEP Sostanze chimiche, 2002.

Figura 2.3 POP nei mitili (*Mytilus edulis*), concentrazione media 1996–2002

a: DDT



b: PCB

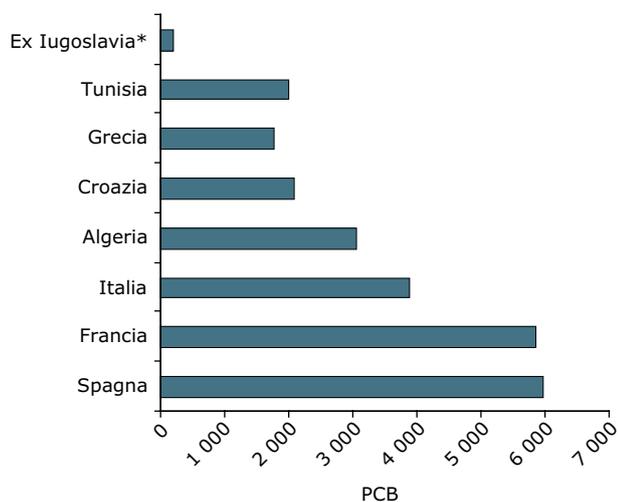


Nota: Rosso per le concentrazioni elevate, giallo per le concentrazioni moderate e blu per le concentrazioni contenute.

Fonte: AEA, 2004b (WH56) Sostanze pericolose negli organismi marini.

- Anche le apparecchiature contenenti PCB sono state ampiamente utilizzate nella regione mediterranea. Si stima che la produzione totale di PCB in Francia, Italia e Spagna si aggiri sulle 300 000 tonnellate per il periodo 1954–1984. La produzione è cessata nel 1985 in Francia e nel 1987 in Spagna.

La principale fonte di PCB nella regione è legata allo smaltimento di apparecchiature contenenti oli con PCB. Le principali giacenze si trovano nei paesi a nord del Mediterraneo, visto l'uso massiccio che ne hanno fatto con il boom economico prima che fossero vietate. Molte giacenze sono state eliminate negli scorsi anni, principalmente nei paesi sulla costa settentrionale del Mediterraneo (quali Francia, Italia e Spagna). Gli stock ancora presenti nella regione sono indicati nella figura 2.4.

Figura 2.4 Contributo dei paesi alle giacenze di PCB nella regione mediterranea a meta degli anni 1990

Nota: * Serbia e Montenegro

Fonte: UNEP Sostanze chimiche, 2002.

- Le diossine e i furani sono perlopiù prodotti dalla combustione dei materiali di risulta (cfr. la sezione relativa ai rifiuti solidi). Purtroppo, le informazioni si limitano prevalentemente ai paesi mediterranei dell'UE come indicato nella tabella 2.2 (CE, 2000).

Metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo, rame, nichel, piombo e mercurio)

- Le acque reflue urbane e industriali e le acque di dilavamento provenienti da siti contaminati da metalli (per esempio, le miniere) sono importanti fonti di inquinamento di metalli tossici di origine tellurica.

Anche le concentrazioni di metalli nella geologia locale possono influenzare il contenuto in metalli dei sedimenti (per esempio, una concentrazione di mercurio dovuta all'anomalia geochemica del mercurio del monte Amiata). A prescindere dall'origine dei metalli, i sedimenti costieri contaminati rappresentano un'importante fonte secondaria diffusa di inquinamento, poiché rilasciano metalli nell'acqua sovrastante.

Tendendo a precipitare dopo essersi introdotti nell'ambiente marino costiero, i metalli si accumulano nei sedimenti e nei biota (figure 2.5a e 2.5b). Questo avviene soprattutto in zone riparate quali i porti e le baie semichiusi nei pressi delle fonti di metalli terrestri. Maggiori concentrazioni di metallo sono state rilevate in molte zone costiere del Mar Mediterraneo quali la costa toscana (Mar Tirreno), la baia di Kastella (Mare Adriatico), la baia di Haïfa e la costa di Alessandria (Mediterraneo orientale), la baia di Smirne e la baia di Elefsina (Mar Egeo) (AEA, 1999).

Il mercurio è particolarmente preoccupante, poiché viene facilmente rilasciato dai sedimenti nell'acqua sovrastante rientrando, in tal modo, nella catena alimentare. È stato dimostrato che il forte consumo di pesce contaminato da mercurio provoca effetti neurologici. Per la maggior parte degli abitanti dell'Europa centrale e settentrionale, l'apporto

Tabella 2.2 Valutazione delle emissioni di diossina nei paesi mediterranei dell'UE fino al 2005

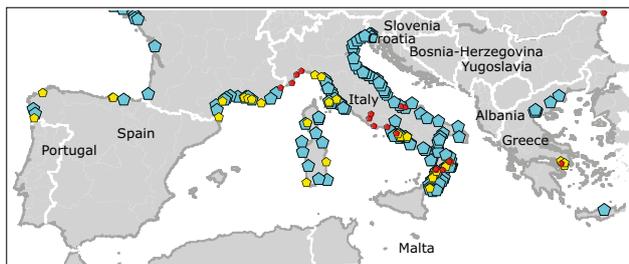
Paese	Fonti	Revisione per il 1995	Dati del 2000	Previsioni per il 2005
Francia	Fonti totali	1 350-1 529	804-949	692-813
	Industriali	987-1 027	461	340
	Non industriali	363-502	343-488	352-473
Italia	Fonti totali	366-967	370-985	227-628
	Industriali	271-620	281-648	153-303
	Non industriali	95-348	89-336	74-325
Spagna	Fonti totali	131-388	117-327	122-323
	Industriali	77-184	64-132	71-137
	Non industriali	54-203	53-195	51-187
Grecia	Fonti totali	89-136	90-135	91-136
	Industriali	55-58	56	58
	Non industriali	34-79	34-79	34-78

Nota: Le variazioni nel g I-TEQ/anno (g equivalenti internazionali di tossicità/anno) rappresentano le differenze riscontrabili nelle stime delle emissioni (con emissioni contenute ed emissioni elevate).

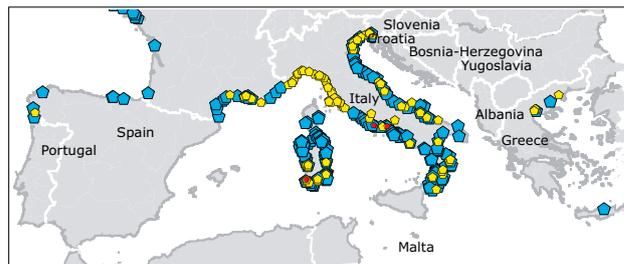
Fonte: CE, 2000.

Figura 2.5 Metalli pesanti nei mitili (*Mytilus edulis*), concentrazione media 1996-2002

A: piombo (Pb)



b: mercurio (Hg)



Nota: Rosso per le concentrazioni elevate, giallo per le concentrazioni moderate e blu per le concentrazioni contenute.

Fonte: AEA, 2004b.

settimanale è inferiore alla dose settimanale tollerabile provvisoria internazionale (PTWI) di metilmercurio (1,6 µg/kg peso corporeo/settimana), e alla "dose di riferimento" americana (RfD) più ridotta (0,7 µg/kg peso corporeo/settimana). Ciononostante, per la maggioranza degli abitanti delle zone costiere mediterranee e per circa l'1-5% della popolazione dell'Europa centrale e settentrionale, questi valori si avvicinano a quelli della dose di riferimento americana. Inoltre, una parte della comunità di pescatori del Mediterraneo supera il limite della dose di riferimento americana (BMDL) raggiungendo un livello pari a

10 volte quello della RfD, livello a cui si riconoscono chiari effetti neurologici (CE, 2005).

Il rilascio di inquinanti dai sedimenti è stato segnalato nel Golfo di Trieste, nella parte settentrionale del mare Adriatico nei pressi della foce del fiume Po, dove è stato registrato un flusso netto di Cd (cadmio) e Cu (rame) nell'acqua sovrastante proveniente da sedimenti contaminati (Zago *et al.*, 2000).

Riquadro 2.3 Caso di studio – Regione di Alessandria, Egitto

Le acque reflue industriali della regione di Alessandria si riversano nella baia di Mex, nella baia di Abou-Qir e nel lago Maryut. Quest'ultimo presenta gravi segni di degrado ambientale (mancanza di ossigeno, decolorazione e fioriture di alghe) (tabella 2.3). Lo scarico di metalli pesanti proveniente da installazioni a terra provoca crescenti concentrazioni di metalli nelle acque costiere.

Sulla costa mediterranea spagnola la distribuzione del contenuto di metalli pesanti nel *Mytilus galloprovincialis* mostra le concentrazioni più elevate nella zona di Cartagena, soprattutto per il mercurio, il cadmio e il piombo (progetto BIOMEJIMED).

Composti organoalogenati

Gli esaclorocicloesani (HCH) sono presenti ovunque lungo la costa mediterranea poiché, pur non essendo più utilizzati, hanno una forte persistenza nell'ambiente. Le principali fonti di HCH (in particolare, di lindano) sono le giacenze e il suolo contaminato delle aree critiche, retaggio di attività di fabbricazione e stoccaggio presenti in passato. Questi composti sono stati abbondantemente usati contro i parassiti in molti paesi mediterranei. In Francia sono state utilizzate 1 600 tonnellate/anno di lindano nella metà degli anni 1990, in Egitto più di 11 300 tonnellate tra il 1952 e il 1981, mentre in Turchia l'uso di lindano era pari a 96,6 tonnellate nel 1976 (UNEP Sostanze chimiche, 2002).

Sostanze radioattive

La radioattività non figura tra i più gravi problemi di inquinamento del Mar Mediterraneo. La ricaduta atmosferica (conseguente ai test sulle armi nucleari condotti agli inizi degli anni 1960 per l'intera regione mediterranea e all'incidente di Chernobyl del 1986 per i bacini settentrionale e orientale) è stata la principale fonte di ^{137}Cs (cesio) e di $^{239,240}\text{Pu}$ (plutonio) nell'ambiente marino mediterraneo. Le altre fonti (apporti fluviali, industria nucleare, scambi tra gli stretti) rappresentano solo il 10% del carico totale proveniente dalle ricadute. Il contributo dell'industria nucleare e degli incidenti (Chernobyl escluso) è trascurabile se considerato nel suo complesso, anche se



Foto 2.2: Suolo contaminato contenente zolfo e sali di cromo vicino a uno stabilimento chimico chiuso, Porto Romano (Durazzo).

Fonte: Michalis Angelides.

potrebbe portare a un incremento locale dei livelli di radioattività (AEA, 1999).

Nutrienti

L'aumento di nutrienti (azoto e fosforo) in un ecosistema marino accresce la produzione primaria e può portare all'eutrofizzazione della massa d'acqua. Questo fenomeno ha alcuni effetti secondari: la proliferazione della biomassa planctonica, la decolorazione dell'acqua, la diminuzione della trasparenza dell'acqua, la riduzione dell'ossigeno disciolto nelle acque più profonde e, in casi estremi, la comparsa di specie di alghe tossiche. Gli scarichi delle acque reflue urbane apportano un considerevole numero di nutrienti, soprattutto quando non sono

Tabella 2.3 Qualità delle acque marine vicino ad Alessandria

Parametro	Stazione di riferimento	Baia di Mex	Porto occidentale	Regione di Anfoushy	Porto orientale	Baia di Abu-Qir
Ossigeno disciolto (OD) (ml/l)	5.3	2.01	4.81	3.32	3.98	4.93
BOD ₅ (mg/l)	0.2	10.6	8.05	39.3	22.5	16.2
Materia totale in sospensione (mg/l)	1.5	15.6	154.0	92.3	54.7	35.5
Clorofilla a (Chl-a) (µg/l)	0.05	1.21	1.15	4.3	8.94	3.32
Fosforo inorganico disciolto (DIP) (µM/l)	0.07	1.60	0.62	2.59	1.69	1.11
Nitrati (NO ₃) (µM/l)	1.8	13.23	2.5	4.40	6.80	5.87
Ammonio (NH ₄) (µM/l)	20.62	5.38	16.77	3.77	3.0	
Piombo (Pb) (µg/l)	0.13	0.85	4.45	1.33	0.61	1.48
Cadmio (Cd) (µg/l)	0.017	0.83	0.63	0.31	0.14	1.15
Mercurio (Hg)(µg/l)	Nessun dato disponibile	505	383	125	83	147

Fonte: NDA, Egitto, 2003.

Riquadro 2.4 Caso di studio – Durazzo, Albania

Uno dei principali stock di lindano sulla costa mediterranea si trova a Durazzo, in Albania, dove un impianto di produzione di bicromato di sodio per la concia delle pelli e di pesticidi come il lindano (γ -HCH) e il tiram è rimasto in funzione fino al 1991. Gli scarichi derivanti dal processo di produzione hanno fortemente contaminato la zona in cui è ubicato il vecchio impianto. Nella vicina discarica sono presenti circa 20 000 tonnellate di rifiuti tossici contenenti residui ricchi di lindano e cromo, oltre ad apparecchiature abbandonate per lo stoccaggio di sostanze chimiche contenenti 370 tonnellate di sostanze chimiche tra cui lindano, metanolo, solfuro di carbonio, bicromato di sodio, monometilammina e dimetilammina. L'acqua piovana proveniente dalla zona contaminata sfocia in mare attraverso una stazione di pompaggio che raccoglie le acque di scarico della città di Durazzo. Nei campioni di acqua di mare prelevati nella baia di Porto Romano sono state trovate forti concentrazioni di PCB e di pesticidi. Nella regione incombono gravi rischi sulla salute umana poiché, di recente, si sono qui trasferite migliaia di persone provenienti da altre parti dell'Albania, che ora vivono in questa zona fortemente contaminata e nelle sue vicinanze.

sottoposte a trattamento. Per tale motivo, tutte le zone costiere nei pressi di grandi città o agglomerati urbani (foto 2.3) che non dispongono di impianti efficaci per il trattamento delle acque reflue ricevono grandi quantità di nutrienti, e sono esposti alle loro conseguenze. Le città costiere presentate nel capitolo sulle acque di scarico sono anch'esse fonte di nutrienti. Anche i fiumi rappresentano importanti vettori di nutrienti e di solidi

sospesi scorrendo in bacini ove sono presenti attività agricole (fertilizzanti) e centri urbani. Si stima che, ogni anno (1995), i fiumi Po, Rodano ed Ebro riversino nel Mediterraneo 605 000 tonnellate di $N-NO_3$ e 14 000 tonnellate di $P-PO_4$ (UNEP/PAM, 2003a). Le concentrazioni medie di nutrienti nei vari fiumi mediterranei sono indicate nella tabella 2.4.

Tabella 2.4 Concentrazioni medie di nutrienti nei vari fiumi mediterranei; i periodi di campionamento non sono identici (1985–1996)

Fiume	Paese	N-NO ₃ mg/I	N-NH ₄ mg/I	P-PO ₄ mg/I	Total P mg/I
Adige	Italia	1.248	0.111	0.033	0.113
Acheloos	Grecia	0.350	0.020		0.020
Aliakmon	Grecia	2.350	0.110		0.140
Argens	Francia	0.740	0.090	0.110	0.220
Arno	Italia	3.620	1.347		0.406
Aude	Francia	1.420	0.090	0.090	0.490
Axios	Grecia	2.590	0.150		0.880
Besos	Spagna	1.900	31.000		12.700
Buyuk Menderes	Turchia	1.440		0.550	
Ceyhan	Turchia				8.680
Ebro	Spagna	2.323	0.167	0.115	0.243
Evros/Meric	Grecia/Turchia	1.900	0.050	0.280	
Gediz	Turchia	1.650	0.050	0.190	
Goksu	Turchia				8.870
Herault	Francia	0.610	0.060	0.045	0.220
Kishon	Israele				20.000
Krka	Croazia	0.526	0.093	0.046	
Llobregat	Spagna	1.900	3.200	1.200	1.530
Neretva	Croazia	0.269	0.029		0.050
Nestos	Grecia	0.780	0.040		0.120
Nile	Egitto	3.000			
Orb	Francia	0.670	0.440	0.140	0.450
Pinios	Grecia	1.890	0.090		0.140
Po	Italia	2.192	0.261	0.084	0.239
Rhône	Francia	1.320	0.091	0.044	0.124
Seyhan	Turchia	0.590	0.310	0.010	
Strymon	Grecia	1.100	0.030		0.110
Tet	Francia	1.800	1.500	0.470	0.800
Tevere	Italia	1.370	1.038	0.260	0.355
Var	Francia	0.180	0.031	0.006	0.130

Fonte: UNEP/PAM, 2003a.

2.2 Distruzione e alterazione fisica degli habitat

Costruzione e alterazione del litorale

- La cattiva gestione dello sviluppo costiero a causa principalmente dell'urbanizzazione rappresenta uno dei problemi più gravi della regione mediterranea, un problema che spesso comporta la perdita di biodiversità.

Alla concentrazione della popolazione lungo i litorali si deve un aumento del numero degli edifici che alterano il lungomare. Il problema della cementificazione della costa si riscontra in molti parti del Mediterraneo e, solitamente, è legato all'urbanizzazione e allo sviluppo di strutture turistiche.

Poiché in molti paesi la zona costiera offre migliori opportunità di lavoro (grazie alla presenza di attività industriali, turistiche e commerciali), il fenomeno migratorio interno genera una maggiore necessità di abitazioni, con una conseguente rapida crescita delle città e dei centri urbani costieri. In Marocco, per esempio, la densità media della popolazione residente sulla costa è di 90 abitanti/km² rispetto alla densità media nazionale di 64 abitanti/km². La cifra aumenta ancor più nei centri urbani (per esempio, 108 persone/km² ad Al Hoceima). Dal 1977 al 1994 il numero delle città costiere di media grandezza è aumentato da 16 a 30, e quello dei centri di piccole dimensioni da 2 a 14 (NDA Marocco, 2003). Una simile concentrazione delle attività lungo la costa si trova anche in molti altri paesi mediterranei, come il Libano, dove quasi la metà



Foto 2.3: Impianto industriale a nord di Batrun, nel Libano settentrionale. Acido solforico versato direttamente in mare nei pressi dell'impianto di fosfato.

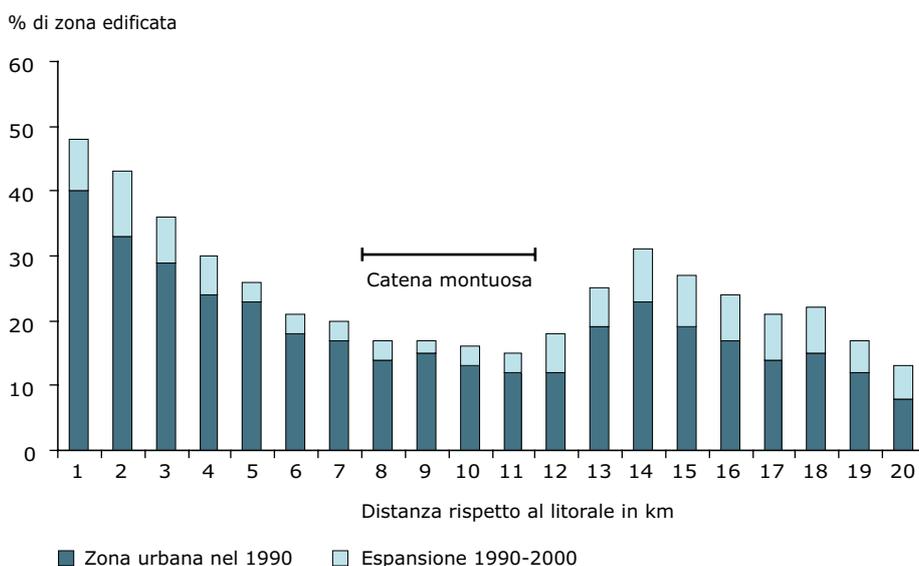
Fonte: Helmut Zibrowius.

(49%) del litorale è ricoperta da edifici. Analogamente, la superficie costiera edificata di Barcellona, in Spagna, è aumentata del 10% durante gli anni 1990 (AEA/TE, 2004) (figura 2.6).

Alterazione delle zone umide e delle paludi salmastre

La cattiva gestione dello sviluppo costiero e la bonifica dei terreni a scopi agricoli hanno ridotto le dimensioni delle zone umide mediterranee, con la conseguente perdita di diversità biologica.

Figura 2.6 Zona edificata in base alla distanza rispetto alla costa (Barcellona, Spagna) nel 1990 e nel 2000



Nota: Per capire la forma del grafico occorre precisare che dietro Barcellona esiste una catena montuosa occupata da una zona protetta. La crescita urbana sembra continuare dietro la montagna.

Fonte: ETC/TE 2004.

Riquadro 2.5 Caso di studio – Croazia

In Croazia, la costruzione massiccia e incontrollata di strutture ricreative, abitazioni, infrastrutture turistiche, marine e porticcioli lungo il litorale ha portato a gravi alterazioni fisiche della zona costiera. Ciò è dovuto allo scarico e al deposito di materiale inerte. La situazione è estremamente critica nell'estuario del fiume Zrnovnica, nella baia di Tarska vala — estuario del fiume Mirna, nell'estuario del fiume Neretva, nell'estuario del fiume Cetina e in alcune parti della baia di Pirovac.

Riquadro 2.6 Caso di studio – Egitto

In Egitto le infrastrutture destinate al tempo libero sono confinate a uno stretto lembo di terra, tra la strada principale costiera e il litorale, che raramente supera alcune centinaia di metri. Gran parte delle località turistiche è costruita su dorsali calcaree parallele alla costa, la cui eliminazione in molti casi ha causato la distruzione della vegetazione naturale (olivi e fichi). Anche le attività estrattive per soddisfare le esigenze del settore edile stanno deteriorando le dorsali calcaree costiere, causando danni irreparabili all'ambiente. La pressione sulla zona costiera è ulteriormente aggravata dalle alterazioni del litorale (dragaggio, creazione di laghi artificiali, ecc.) a vantaggio dei centri ricreativi. Tutte queste modifiche si ripercuotono sulla stabilità della costa e sulla qualità degli habitat costieri.

L'erosione costituisce un grave problema ambientale per la costa egiziana. A causa della costruzione di dighe lungo il Nilo, la quantità di sedimenti trasportata dal fiume si è notevolmente ridotta. Per tale motivo, l'erosione è molto forte nel delta settentrionale a partire da Rosetta in direzione est. In alcuni luoghi il litorale si è ritirato di cento metri (alla foce del ramo di Rosetta del Nilo). Nel tentativo di bloccare la perdita di sabbia dalle spiagge, sul litorale sono state erette strutture anti-erosione che, tuttavia, hanno creato condizioni artificiali e, in molti casi, hanno provocato una relativa stagnazione dell'acqua e un ulteriore degrado dell'ambiente marino.

Ad esempio, nel delta del Nilo (Egitto) il lago Maryut è stato bonificato per creare terreni agricoli e ora ha una superficie pari soltanto al 25% delle dimensioni originali, mentre il lago Manzala si è ridotto da 1 710 km² (superficie originaria nel 1980) a 1 200 km². Anche il lago Burullus ha perso parte della superficie a causa di lavori di bonifica per la conquista di terreni agricoli. Inoltre, molte zone umide nei pressi di città e zone industriali sono usate come recettori di acque reflue. La tabella 2.5 indica le principali zone umide mediterranee in pericolo.

Alterazione delle acque marine e del bacino costiero

L'erosione costiera è un problema comune in molti paesi mediterranei e può essere imputabile a cause

naturali (trasporto di sedimenti marini). Essa, tuttavia, è amplificata da attività antropiche quali:

- la cattura dei sedimenti nei bacini idrografici;
- una cattiva progettazione degli edifici presenti sul lungomare;
- l'eccessiva estrazione di sabbia dalle spiagge per scopi edili.

L'erosione può avere molteplici effetti sull'ecosistema costiero:

- la distruzione degli strati superficiali del suolo, con il conseguente inquinamento della nappa freatica e la riduzione delle risorse idriche;

Tabella 2.5 Zone umide mediterranee in pericolo

Zona umida in pericolo	Paese	Fonte
Delta of river Evros/Meric	Grecia/Turchia	NDA Grecia, 2003
Lago salato di Regahaia	Algeria	NDA Algeria, 2003
Lago del 23 luglio	Libia	NDA Libia, 2003
Laguna di Karavasta	Albania	NDA Albania, 2003
Lago di Biserta	Tunisia	NDA Tunisia, 2003

Riquadro 2.7 Caso di studio – Algeria

Su 250–300 km di spiagge sabbiose presenti in Algeria, l'85% retrocede perdendo sabbia al ritmo di 0,30-10,4 m/anno (NDA Algeria 2004). Sulla spiaggia di Bejaïa, il mare è avanzato di 345 m dal 1959 al 1995. Problemi analoghi si riscontrano a Boumerdes, Bou Ismail, Macta e Beni Saf. Poche spiagge sabbiose sono rimaste stabili (10%) e solo il 5% ha accumulato più sabbia negli ultimi decenni. Le cause principali di questa erosione sono le seguenti:

(i) Recentemente, l'apporto di sedimenti nella zona costiera è fortemente diminuito poiché il materiale sedimentario è trattenuto dalle dighe costruite lungo i fiumi e i corsi d'acqua a scopi irrigui o di altra natura. Si calcola che, nel 1992, circa 219 milioni di m³ di sedimenti siano stati bloccati dalle 39 dighe algerine più importanti per un totale di 9 milioni di m³/anno (o 16,4 milioni di tonnellate/anno).

(ii) È diminuito il trasporto di materiale sedimentario lungo il litorale perché le infrastrutture portuali hanno spesso comportato la cattura dei sedimenti. Si stima che il volume totale dei sedimenti trattenuti nei porti algerini superi i 20 milioni di m³, e si trovi principalmente nei porti di Orano, Azrew, Bethioua, Algeri, Bejaïa, Skikda e Annaba (78% del volume sedimentario totale). Inoltre, a causa dell'accumulo dei sedimenti, i porti devono essere spesso dragati per mantenere la profondità necessaria alla navigazione.

(iii) In molti punti del litorale si procede all'estrazione di sabbia per scopi edili, per esempio in depositi alluvionali delle correnti costiere (*oued*), in zone di recente deposizione create dal vento, nelle parti superiori delle spiagge e persino nelle parti delle spiagge sotto il livello dell'acqua. Benché l'estrazione di sabbia nei depositi costieri sia spesso legale, la rimozione eccessiva distrugge l'ecosistema costiero. Inoltre, gli interventi illegali aumentano ulteriormente i livelli di estrazione della sabbia (foto 2.4).

- il degrado del sistema delle dune, che porta alla desertificazione e alla riduzione della diversità biologica;
- la distruzione delle dune con effetti dannosi sulla dinamica delle spiagge e la diminuzione delle risorse sedimentarie;
- la scomparsa dal litorale dei corridoi di sabbia che proteggono i terreni agricoli dall'invasione dell'acqua di mare (con una conseguente salinizzazione del suolo e delle acque sotterranee).



Foto 2.4: Estrazione illegale di sabbia sulla spiaggia di Kheloufi (a est di Algeri).

Fonte: NDA Algeria, 2003

2.3 Inquinamento marino e in mare aperto

Idrocarburi di petrolio provenienti da attività di navigazione

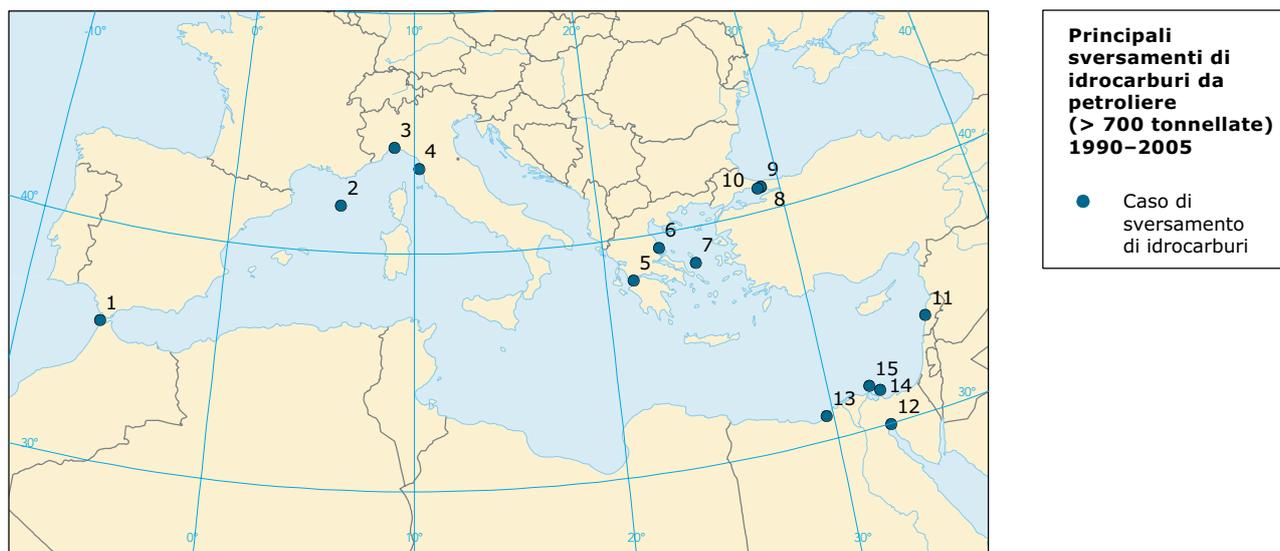
Il trasporto marittimo è una delle principali fonti di inquinamento da idrocarburi di petrolio (idrocarburi) e da idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nel Mar Mediterraneo.

- *Navigazione e chiazze di petrolio*

Si stima che, ogni anno, circa 220 000 navi di stazza superiore alle 100 tonnellate attraversino il Mediterraneo, scaricando 250 000 tonnellate di idrocarburi. Lo scarico è dovuto alle operazioni di navigazione (quali lo scarico delle acque di zavorra, il lavaggio delle cisterne, il carenaggio, gli scarichi di combustibile e di petrolio ecc.), e avviene in una zona che, dal 1973, è stata dichiarata "zona marina speciale" dalla convenzione MARPOL 73/78, area in cui gli scarichi di idrocarburi sono di fatto vietati. L'apporto di IPA varia in base al tipo di idrocarburo rovesciato in mare ed è compreso tra le 0,3 e le 1 000 tonnellate all'anno (UNEP Sostanze chimiche, 2002)

Gli scarichi illeciti dalle navi possono essere rilevati mediante l'interpretazione di immagini satellitari ERS SAR (*Synthetic Aperture Radar*). In un lavoro sperimentale realizzato da Pavlakis *et al.*, (2001) nel Mediterraneo, sono state interpretate 1 600 immagini ERS SAR acquisite nel 1999, che per la prima

Figura 2.7 Principali sversamenti di idrocarburi da petroliere (> 700 tonnellate) 1990–2005



Nota: I numeri corrispondono agli incidenti elencati nella tabella 2.6.

Fonte: UNEP – WCMC, 2004.

volta hanno rivelato la portata del problema dello sversamento intenzionale di idrocarburi nel Mar Mediterraneo.

• *Sversamento di idrocarburi*

Inoltre, nel periodo 1990–2005 circa 80 000 tonnellate di idrocarburi sono state accidentalmente riversate nel Mar Mediterraneo e nelle sue vicinanze in seguito a incidenti di navigazione (la cifra si riferisce solo a quelli che hanno causato la fuoriuscita di più di 700 tonnellate). Ai quattro incidenti più gravi è imputato il versamento del 77% della quantità totale

scaricata in mare. La figura 2.7 e la tabella 2.6 mostrano la distribuzione degli sversamenti di idrocarburi nel Mediterraneo secondo i dati UNEP-WCMC. In base alle statistiche del Centro regionale di coordinamento e controllo per la prevenzione e la lotta all'inquinamento nel Mediterraneo (REMPEC), nel periodo compreso tra gennaio 1990 e gennaio 1999 sono stati registrati 82 incidenti con conseguenti sversamenti di petrolio per una quantità di idrocarburi pari a 22 150 tonnellate (REMPEC, 2001). Gli incidenti presso i depositi petroliferi e gli scarichi che abitualmente provengono dalle installazioni a terra, pari a 120 000 tonnellate/anno, (UNEP/PAM/OMS, 1999)

Tabella 2.6 Principali sversamenti di idrocarburi da petroliere (> 700 tonnellate) 1990–2005

Codice	Data	Nome	Tonnellate	Causa
1	06 agosto 1990	SEA SPIRIT	10 000	Collisione
2	17 agosto 1993	LYRIA	2 200	Collisione
3	11 aprile 1991	HAVEN	10 000*	Incendio/esplosione
4	10 aprile 1991	AGIP ABRUZZO	2 000	Collisione
5	30 ottobre 1997	SERIFOS	900	Incagliamento
6	14 agosto 1990	VASILIOS V	1 000	Sconosciuta
7	03 maggio 1992	GEROI CHERNOMORYA	1 600	Collisione
8	29 marzo 1990	JAMBUR	1 800	Collisione
9	13 marzo 1994	NASSIA	33 000	Collisione
10	29 dicembre 1999	VOLGONEFT 248	1 578	Falla nello scafo
11	01 novembre 1998	GIOVANNA	3 000	Incendio/esplosione
12	18 agosto 1990	SILVER ENERGY	3 200	Incagliamento
13	18 novembre 2004	GOOD HOPE	1 353	Guasto ai comandi
14	14 dicembre 2004	AL SAMIDOON	9 000	Incagliamento
15	04 febbraio 2005	GENMAR KESTREL	1 000	Collisione

* in base alle stime del REMPEC.

Nota: Il numero di codice fa riferimento alla figura 2.7.

Fonte: HCMR sulla base di UNEP – WCMC, 2004.

contribuiscono alle concentrazioni elevate di idrocarburi rilevate nelle vicinanze.

Rifiuti marini

- Le coste mediterranee si stanno ricoprendo di rifiuti, soprattutto di plastica (foto 2.5), sebbene l'entità dell'impatto non sia ancora stata quantificata. Un crescente numero di segnali indica che i rifiuti di plastica hanno un effetto nocivo sull'ambiente quando vengono gettati, persi o abbandonati in mare. Non solo diventano un problema a livello estetico, ma richiedono anche costose procedure di disinquinamento.

Gli impatti ambientali sono legati al fatto che gli organismi marini rimangono intrappolati tra i rifiuti di plastica e li ingeriscono. Essi, inoltre, costituiscono una minaccia per l'uomo poiché i subacquei, le navi o le barche possono rimanere impigliati o incagliati tra i rifiuti.



Foto 2.5: Rifiuti marini sulla costa dell'Attica, Grecia.

Fonte: M. Salomidi.

Riquadro 2.8 Caso di studio – Algeria

Le rotte di navigazione del traffico marittimo petrolifero passano nei pressi della costa algerina, trasportando 150 milioni di tonnellate di idrocarburi all'anno (su un totale di 500 milioni di tonnellate/anno di idrocarburi trasportate nel Mar Mediterraneo). Ciò corrisponde, annualmente, al transito di 1 800 petroliere. Inoltre, più di 50 milioni di tonnellate di idrocarburi passano, ogni anno, per i depositi petroliferi dei principali porti algerini (Arzew, Bethioua, Bejaïa e Skikda), generando scarichi operativi in mare di grande entità (10 000 tonnellate/anno). Anche lo scarico delle acque di zavorra provoca il versamento di altre 12 000 tonnellate annue di idrocarburi nelle acque costiere, poiché gli attuali impianti di contenimento non riescono a far fronte alle grandi quantità di acque di zavorra presenti. Oltre a ciò, l'inquinamento da idrocarburi deriva anche dallo scarico di acque reflue urbane e industriali, dai residui tossici delle raffinerie di petrolio di Algeri, Orano e Skikda e dalla produzione di gas naturale. A causa della presenza di attività petrolifere, in Algeria i sedimenti portuali e costieri presentano forti concentrazioni di idrocarburi totali e di IPA (tabella 2.7).

Tabella 2.7 Concentrazione di idrocarburi totali del petrolio (TPH) nei sedimenti portuali in Algeria

Porti	TPH in mg/kg d.w.
Orano	1 500-17 000
Arzew	930-8 600
Bethioua	67-940
Mostaganem	1 600-8 800
Ténès	680-990
Alger	1 900-31 000
Bejaïa	140-260
Jijel	180-430
Ancient port of Skikda	450-2 000
New port of Skikda	79-120
Annaba	130-6 200

3 Problemi di inquinamento paese per paese

L'individuazione di aree con particolari problemi di inquinamento e di aree critiche a livello ambientale si è basata su:

- dati UNEP/OMS (tra cui UNEP/PAM/OMS, 1999 e UNEP/OMS, 2003);
- le relazioni nazionali del 2003 per l'UNEP/PAM (analisi diagnostiche nazionali dei paesi, NDA);
- un piano d'azione nazionale (NAP Francia 2005).

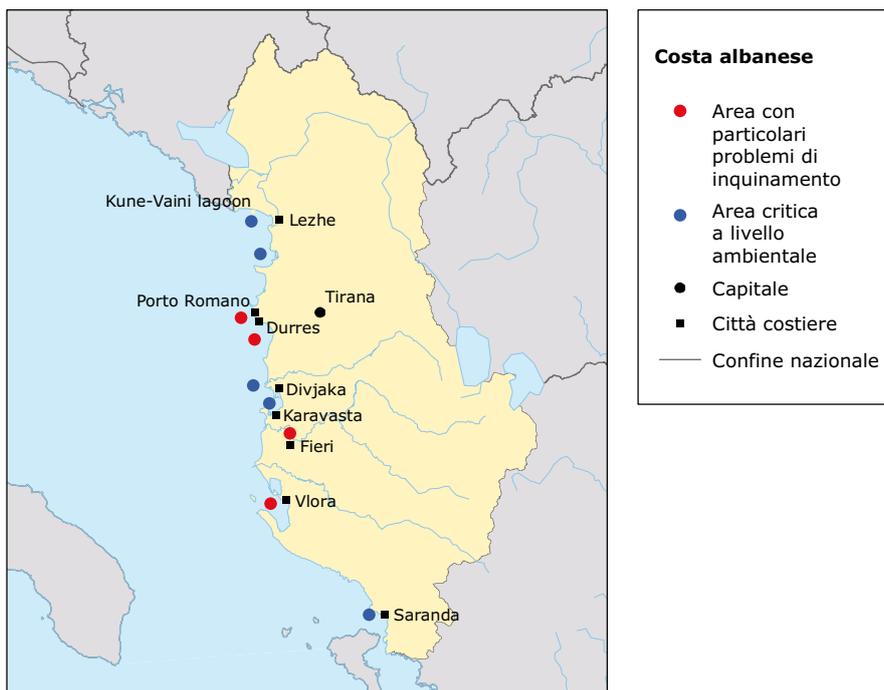
Le osservazioni ricevute dai coordinatori nazionali MEDPOL di Francia, Slovenia e Spagna durante la revisione della bozza finale sono state incluse perché considerate pertinenti. Occorre tuttavia osservare che, in alcuni casi, le relazioni NDA contenevano dati contraddittori e che i dati non erano disponibili per tutti i paesi allo stesso modo. Pertanto, lo stress da inquinamento è stato valutato a livello nazionale e non per l'intero Mediterraneo. Per tale motivo, tra i paesi possono esservi alcune discrepanze nella valutazione di una zona come area con particolari problemi di inquinamento o area critica a livello ambientale.

3.1 Albania

Circa il 58% della popolazione albanese vive nelle zone costiere lungo il Mare Adriatico e il Mar Ionio (figura 3.1). Dopo il 1991 la maggioranza delle grandi industrie albanesi (per esempio, nei settori della produzione e trasformazione di minerali, dei pesticidi, dei fertilizzanti, delle sostanze chimiche, della plastica, della carta, dei generi alimentari e del settore tessile) è stata costretta a chiudere, lasciando dietro di sé giacenze di sostanze pericolose in disuso e siti contaminati. **I principali problemi di contaminazione sono gli stock di sostanze chimiche obsolete, le acque reflue urbane non trattate e i rifiuti solidi.** Lo scarico di acque reflue urbane non trattate, l'erosione delle spiagge e l'edilizia abusiva sulla costa sono fenomeni presenti nelle baie di Vlora, Porto Romano, Durazzo e Saranda, nella laguna di Kune-Vaini, sulla foce del fiume Drini (nella città di Lezhe), nel distretto di Fieri (lungo il fiume Semani), nella laguna di Karabasta e nella spiaggia di Divjaka. La maggior parte delle fonti di inquinamento di origine tellurica si trovano nel:

- distretto di Durazzo con stock di lindano e di sali di cromo VI, acque reflue urbane non trattate (9 600 m³/giorno), gestione non corretta dei rifiuti solidi (150–200 t/giorno); attività portuale.

Figura 3.1 Costa albanese, con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- distretto di Vlora con la contaminazione da mercurio nel vecchio impianto di fabbricazione di cloro/soda rilevata nella zona circostante entro un raggio di 20 ha a una profondità di 1,5 m (concentrazioni di mercurio di 5 000–60 000 mg/kg suolo), la presenza di mercurio nella nappa freatica e nei sedimenti costieri della baia di Vlora (fino a 2,33 mg/kg), e gli idrocarburi clorurati e altri pericolosi inquinanti nel suolo.

3.2 Algeria

La costa algerina conta circa 12,5 milioni di persone (1998), che rappresentano il 45% della popolazione del paese. Nei mesi estivi i turisti si aggiungono alla popolazione residente. Algeri, Orano, Annaba, Ghazaouet, Mestghanem, Arzew, Bejaia e Skikda sono le città costiere più importanti (figura 3.2) (NDA Algeria, 2003). **Tra i principali problemi di inquinamento figurano le acque reflue urbane e industriali non trattate, le chiazze di idrocarburi di petrolio e l'erosione costiera.** La maggior parte delle acque reflue urbane viene scaricata direttamente in mare senza essere sottoposta a trattamento (foto 3.1). Benché nella zona costiera algerina siano stati costruiti 17 impianti per il trattamento delle acque reflue urbane, solo cinque funzionano normalmente, pari a circa il 25% della capacità di trattamento complessiva. Sulla maggioranza delle spiagge algerine destinate alla balneazione si trovano microrganismi fecali non conformi alle norme sanitarie in vigore. Inoltre, l'inquinamento da idrocarburi di petrolio è molto diffuso lungo il litorale algerino a causa delle rotte di navigazione del traffico marittimo petrolifero che passano vicino alla costa. L'erosione costituisce un altro grave problema. Su 250–300 km di spiagge sabbiose presenti, l'85% retrocede perdendo sabbia al ritmo di 0,30-10,4 m/anno.



Foto 3.1: Acque reflue scaricate direttamente in mare (Algeri).

Fonte: NDA Algeria, 2003.

Le zone critiche sono:

- la baia di Algeri per le acque reflue urbane e industriali e la presenza di cadmio, rame, mercurio, piombo e zinco nei sedimenti;
- Orano per le acque reflue urbane e industriali (deposito e raffineria di petrolio, concerie);
- Skikda per le acque reflue urbane e industriali (gas naturale, produzione di mercurio, deposito e raffineria di petrolio, industria chimica) e i metalli pesanti;
- Annaba per le acque reflue urbane e industriali (fertilizzanti, cromo);
- Ghazaouet per le acque reflue urbane e industriali (zinco e acido solforico);
- Mestghanem per le acque reflue urbane e industriali, il piombo e il mercurio;

Figura 3.2 Costa algerina con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento

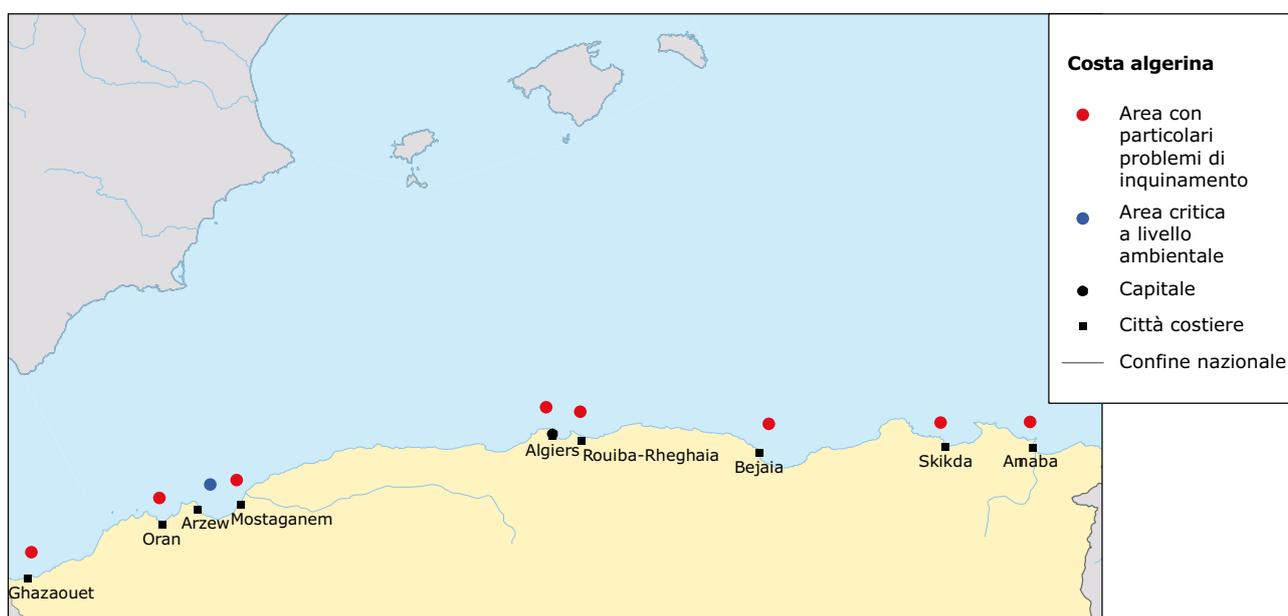


Figura 3.3 Litorale della Bosnia-Erzegovina e della Croazia con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- Arzew per le acque reflue urbane e industriali, il gas liquefatto, gli sversamenti di idrocarburi e i fertilizzanti;
- Bejaia per le acque reflue urbane e industriali (oleodotto).

3.3 Bosnia-Erzegovina

La costa mediterranea della Bosnia-Erzegovina si estende sull'Adriatico per 25 km, dove è ubicata la città di Neum (4 300 abitanti). Gli inquinanti prodotti nei bacini idrografici dei più importanti fiumi bosniaci, la Neretva (proveniente dalla vicine città di Konjic, Mostar, Caplinja, Ploce e Metkovic) e la Trebisnjica (proveniente dalle città di Bileca e Neum), possono essere trasportati fino al Mare Adriatico causando impatti sull'ambiente (figura 3.3) (NDA Bosnia-Erzegovina, 2003). **Tra i principali problemi di inquinamento figurano le acque reflue urbane non trattate e gli stock occasionali di sostanze chimiche in disuso.** Le zone critiche sono:

- Mostar (130 000 abitanti). Le acque reflue urbane e industriali si riversano nella Neretva senza alcun trattamento e i rifiuti solidi municipali sono depositati in discarica senza una gestione adeguata. Su entrambe le sponde del fiume sono stati abbandonati fusti di sostanze chimiche obsolete. Durante la guerra (1992–1995), i bombardamenti hanno distrutto i trasformatori di energia elettrica causando la fuoriuscita di idrocarburi e la contaminazione dell'acqua e del suolo da PCB.
- Neum (4 300 abitanti) è l'unico centro urbano in Bosnia-Erzegovina che scarica le acque reflue urbane direttamente nel Mare Adriatico dopo essere state sottoposte a un trattamento primario. La popolazione cittadina raddoppia nei mesi estivi a causa del turismo.

3.4 Croazia

La Croazia ha una popolazione costiera residente di 1 000 000 di persone, che aumenta considerevolmente nei mesi estivi per effetto del turismo. Le principali città costiere sono Spalato (207 000 abitanti), Fiume (206 000 abitanti), Zara (137 000 abitanti), Pola (85 000 abitanti), Sebenico (85 000 abitanti) e Ragusa (71 400 abitanti). Le alterazioni fisiche in corso in molte regioni sono il risultato di un'intensa attività edile non regolamentata lungo il litorale (strutture per il tempo libero, infrastrutture turistiche, marine e porticcioli), che ha portato allo scarico e al deposito di materiali inerti. Un'altra minaccia per la costa è rappresentata dalla maricoltura, che ha provocato il degrado degli habitat nei pressi degli allevamenti in gabbie e alcuni conflitti con l'industria del turismo.

Le zone costiere più minacciate sono indicate nella figura 3.3 (NDA Croazia, 2003). **Tra i principali problemi di inquinamento figurano le acque reflue urbane, l'eutrofizzazione delle acque costiere e l'urbanizzazione e la distruzione dell'habitat costiero marino nelle zone di:**

- baia di Kastela (Spalato), per l'eutrofizzazione e l'accumulo di sostanze organiche, metalli e composti organoalogenati nei sedimenti dovuti allo scarico di acque reflue urbane e industriali non trattate. Cambiamenti nella biodiversità dovuti alle specie esotiche;
- Fiume, Zara, Pola, Sebenico e Ragusa, per le acque reflue urbane e industriali non trattate;
- contea di Primorsko-Goranska (deposito e raffineria di petrolio di Omisalj/Fiume): in questa zona si trovano la rete di oleodotti adriatica (JANAF - Plc JAdranski NAftovod (società per azioni) e una rete internazionale per il trasporto

petrolifero che collega il deposito petrolifero alle raffinerie dell'Europa centrale e orientale. In origine l'oleodotto aveva una capacità di 34 milioni di tonnellate di petrolio all'anno, ma attualmente funziona a una capacità di 20 milioni di tonnellate annue. Benché finora non vi siano stati gravi episodi di inquinamento, le possibili fuoriuscite di petrolio greggio sono motivo di preoccupazione. Inoltre, se il deposito verrà usato per il carico di petrolio greggio proveniente dalla Russia, è possibile che si introducano specie aliene ad opera delle incrostazioni biologiche e della zavorra scaricata dalle navi.

3.5 Cipro

La zona costiera meridionale di Cipro è densamente popolata, conta circa 370 000 residenti (47% della popolazione residente totale) ed è meta di un forte afflusso turistico (3 milioni di turisti all'anno). Il comparto industriale del paese è poco sviluppato e, pertanto, l'inquinamento industriale è limitato. Tutte le città costiere e i centri turistici sono dotati di impianti per il trattamento delle acque reflue. **Tra i principali problemi di inquinamento figurano l'alterazione del litorale, le attività estrattive e le acque reflue urbane** nelle baie di Limassol, Liopetri e Ayia Napa, così come nella baia di Vassilikos (NDA Cipro, 2003) (figura 3.4). Più dettagliatamente:

- nella baia di Limassol sono presenti acque reflue urbane e industriali non trattate. La costruzione del porto di Limassol ha provocato l'erosione della spiaggia, e le misure correttive adottate (con frangiflutti perpendicolari alla costa) hanno seriamente compromesso la qualità delle acque;

- le baie di Liopetri e di Ayia Napa sono caratterizzate dalla lisciviazione di azoto proveniente dalla regione ad agricoltura intensiva provocata da un'eccessiva fertilizzazione (150 tonnellate di azoto all'anno);
- nella baia di Vassilikos l'attività mineraria (minerale di pirite) ha comportato una contaminazione dell'ambiente marino da rame, ferro e zinco. I materiali inerti provenienti dall'attività industriale hanno ricoperto la baia di sedimenti distruggendo la comunità bentonica della zona.

3.6 Egitto

La zona costiera nei dintorni di Alessandria (lago Manzala, baie di Abu-Qir e di Mex, costa di Alessandria) è la zona più critica in Egitto insieme a quella di Porto Said (figura 3.5). **I principali problemi ambientali sono causati dalle acque reflue urbane e industriali non trattate, oltre che da una massiccia urbanizzazione che ha portato al degrado del litorale** (NDA Egitto, 2003). Tra le aree sensibili e le aree con particolari problemi di inquinamento vi sono le seguenti:

- costa di Alessandria, con un grave problema di acque reflue legato a una forte crescita demografica e a un rapido sviluppo industriale;
- baie di Mex e di Abu-Qir, dove il volume totale di BOD₅ per le acque reflue urbane e industriali è rispettivamente pari a 219 500 tonnellate/anno e a 91 700 tonnellate/anno. Si registrano forti concentrazioni di metallo nei sedimenti delle baie;
- lago Maryut, che riceve acque reflue industriali ed è caratterizzato da gravi segni di eutrofizzazione (condizioni anaerobiche, odori di solfuro d'idrogeno) e da un significativo accumulo di metalli pesanti (mercurio, cadmio, piombo e zinco) nei sedimenti e nei biota;

Figura 3.4 Litorale di Cipro con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento

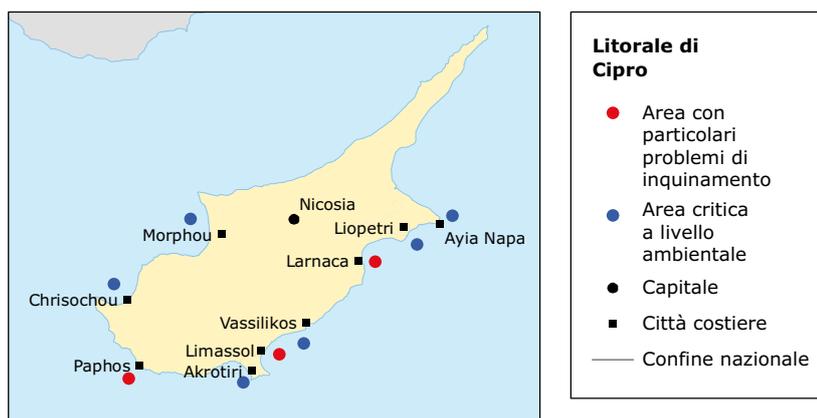


Figura 3.5 Costa di Alessandria d’Egitto con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- litorale di Alessandria fino a Mers Matruh, caratterizzato da una massiccia urbanizzazione, con la conseguente distruzione delle dorsali calcaree naturali;
- ramo del fiume Nilo di Rosetta, con segni di erosione;
- zone umide dei laghi Manzala, Maryut, Burullus e Idku, che registrano una forte diminuzione delle superfici dovuta alla bonifica effettuata per l’irrigazione di nuovi terreni agricoli.

3.7 Francia

Il litorale mediterraneo francese si estende per 1 960 km nelle regioni di Linguadoca-Roussillon, Provenza-Alpi-Costa Azzurra e Corsica. **I principali problemi ambientali sono causati dall’inquinamento trasportato dai fiumi e dalle acque reflue urbane e industriali trattate. Inoltre, anche l’intensa urbanizzazione lungo la costa densamente popolata** è motivo di forte preoccupazione (IFEN, 1999). La cementificazione del litorale dovuta alla costruzione delle marine altera ampie zone di costa naturale. Tra le città di Martigues e di Mentone, il 15% della fascia costiera a una profondità compresa tra 0 e 10 m e il 17% della costa (110 km) è edificato. Allo stesso modo, il 20% dei 120 km del litorale delle Alpi Marittime è occupato da porticcioli, marine e ripari per imbarcazioni. Le aree critiche a livello ambientale sono indicate nella figura 3.6, mentre le principali attività antropiche sono di seguito elencate:

- Marsiglia e Nizza sono città costiere relativamente importanti (densità > 3 000 persone per km²), che scaricano in mare perlopiù acque reflue urbane trattate;

- il fiume Rodano trasporta grandi quantità di nutrienti e altri inquinanti (sostanze organiche e metalli) provenienti dal proprio bacino idrografico;
- Fos – stagno di Berre: Fos è il più grande porto francese e il secondo a livello europeo attrezzato di depositi di petrolio e di metano (il gas naturale è importato dall’Algeria), altresì dotato anche di un ampio complesso industriale;
- i fiumi Herault, Gard e Vaucluse sono considerati vettori di inquinamento industriale (impianti idroelettrici e nucleari, trasformazione degli idrocarburi, elettronica, metallurgia e sostanze chimiche);
- i porti di Marsiglia, Sète, Port-la-Nouvelle, Port-Vendres, Tolone (base navale francese), Nizza, Bastia e Ajaccio registrano la presenza di inquinamento da idrocarburi causata dallo scarico delle acque di zavorra e da sversamenti accidentali di petrolio.

3.8 Grecia

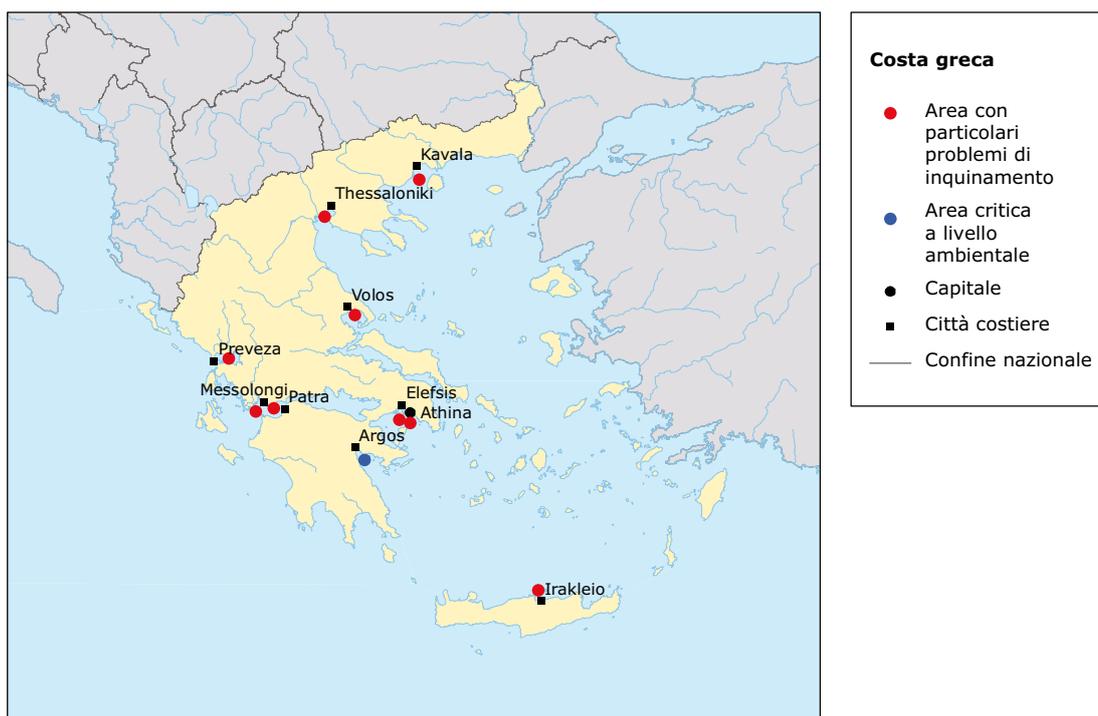
Il litorale greco si estende per circa 15 000 km. Esso accoglie il 50% della popolazione del paese e gran parte delle attività industriali (NDA Grecia, 2003). La maggioranza delle città costiere è dotata di impianti per il trattamento delle acque reflue. **I problemi ambientali locali sono causati dall’insufficiente trattamento delle acque reflue urbane e industriali, e dalle acque di dilavamento di origine agricola.** Queste ultime rappresentano la principale fonte di azoto presente nelle zone marine costiere del paese, contribuendo al totale per una percentuale che varia dal 45% (nelle isole del Mar Egeo) al 70% (nel Peloponneso orientale). La figura 3.7 indica le aree marine costiere minacciate, che sono le seguenti:

Figura 3.6 Litorale mediterraneo della Francia con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- baia di Elefsis: acque reflue industriali non trattate (1 000 impianti industriali) compresi cantieri navali, stabilimenti siderurgici, raffinerie di petrolio, cementifici, fabbriche per la produzione di carta, detersivi e generi alimentari. Nell'acqua, nei sedimenti e in alcuni biota (mitili) si rilevano forti concentrazioni di metalli pesanti;
- golfo di Saronikos (Atene): acque reflue sottoposte a un trattamento primario provenienti dalla capitale e acque reflue industriali. Sporadicamente si osservano segni di eutrofizzazione;
- golfo di Salonicco: acque reflue urbane e industriali trattate provenienti dalla città di Salonicco e dalla zona industriale di Kalohori;
- golfo di Pagasitikos (Volos): acque reflue urbane e industriali trattate provenienti dalla città di Volos e acque di dilavamento di origine agricola trasportate dal fiume Pinios;
- golfo di Amvrakikos (Preveza): acque reflue urbane e industriali e acque di dilavamento di origine agricola (azoto);

Figura 3.7 Costa greca con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- Patrasso e Candia: acque reflue urbane e industriali;
- golfo di Argolikos (Argos): le acque di dilavamento di origine agricola producono una quantità eccessiva di azoto;
- laguna di Messolongi: acque di dilavamento di origine agricola e urbana.

3.9 Israele

Il 70% della popolazione risiede a meno di 15 km dalla costa mediterranea, dove si concentrano le principali attività economiche e commerciali. **Le principali fonti di inquinamento sono le acque reflue urbane e industriali**, benché gran parte di quelle urbane siano sottoposte a trattamento e riciclate (figura 3.8). I fiumi Na'aman (vicino alla città di Akko), Yarkon e Taninim trasportano i nutrienti provenienti dalle acque di dilavamento di origine agricola. L'NDA di Israele (2003) indica che le aree critiche a livello ambientale e le principali fonti di inquinamento di origine tellurica sono:

- la zona di Haifa per le acque reflue urbane e industriali, compresi la raffineria di petrolio (direttamente e attraverso il fiume Kishon) e il porto. A parte Haifa, la zona è altresì soggetta agli scarichi provenienti dalle città di Akko, Kiryat Haim e Kiryat Yam. Il cadmio, il mercurio, il piombo e lo zinco si accumulano nei sedimenti del porto. Gli scarichi industriali trasportati dal fiume Na'aman si riversano nella baia di Haifa;
- la zona di Hadera, che riceve le acque reflue urbane e industriali provenienti dalla costa e le acque di

dilavamento di origine agricola trasportate dai corsi d'acqua di Hadera e di Taninim;

- la regione di Tel Aviv – Giaffa per le acque reflue urbane e industriali e le infrastrutture portuali. I fiumi Gush Dan e Yarkon sono vettori di inquinamento. Il porto di Tel Aviv e le marine di Tel Aviv e Giaffa sono contaminati da PCB e da TBT;
- Ashod, il principale porto industriale di Israele i cui sedimenti sono contaminati da metalli pesanti, pesticidi organoclorurati e TBT.

3.10 Cisgiordania e Gaza

La Striscia di Gaza ha una lunghezza di 42 km e una larghezza compresa tra i 5,7 e i 12 km. È abitata da 1 milione di persone e ha un forte potenziale di crescita, poiché il 50,2% degli abitanti ha meno di 15 anni. La regione è fortemente urbanizzata e conta alcune città (Gaza, Khan-Yunis e Rafah) e 54 villaggi. **L'insufficiente trattamento delle acque reflue urbane costituisce la principale fonte di inquinamento della zona costiera della striscia di Gaza, cui contribuiscono anche numerose industrie di piccole e medie dimensioni.** Più di 20 collettori fognari si riversano sulla spiaggia o a breve distanza, nella zona di battigia. Essi trasportano prevalentemente acque reflue non trattate, giacché solo il 40% delle acque reflue prodotte nella Striscia di Gaza ricevono un trattamento adeguato. Inoltre, solo il 60% della popolazione è allacciata alle reti fognarie. Le principali zone critiche sono:

- la città di Gaza per le acque reflue urbane e industriali (combustibili, asfalto, abbigliamento, laboratori meccanici, stampa, plastica e laterizi);

Figura 3.8 Costa di Israele con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento

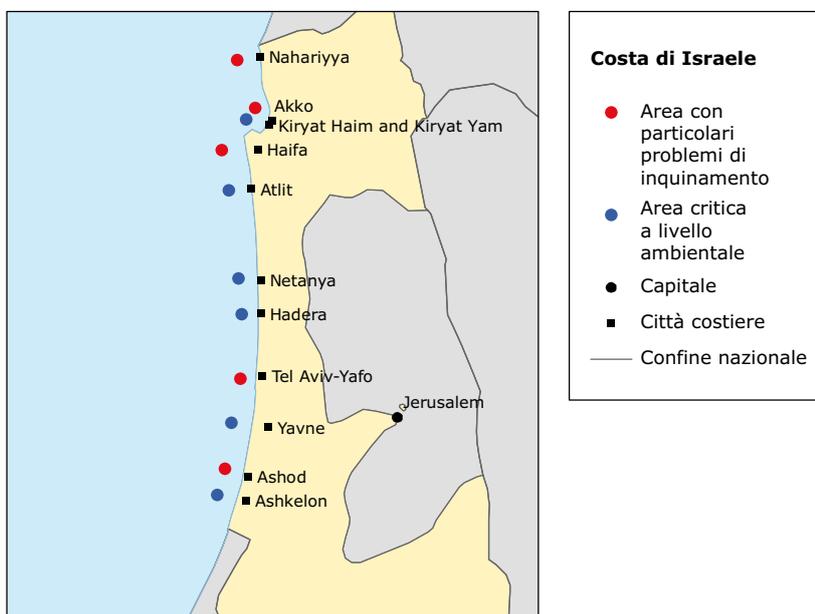
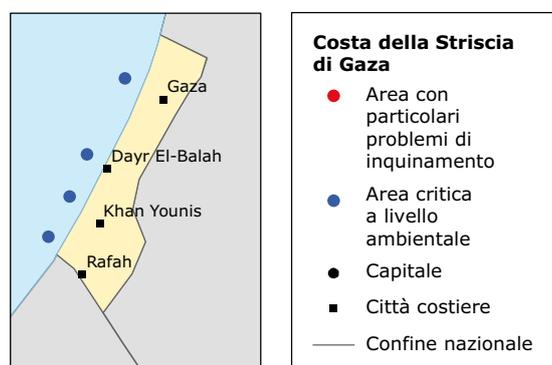


Figura 3.9 Striscia di Gaza con le principali città con problemi ambientali



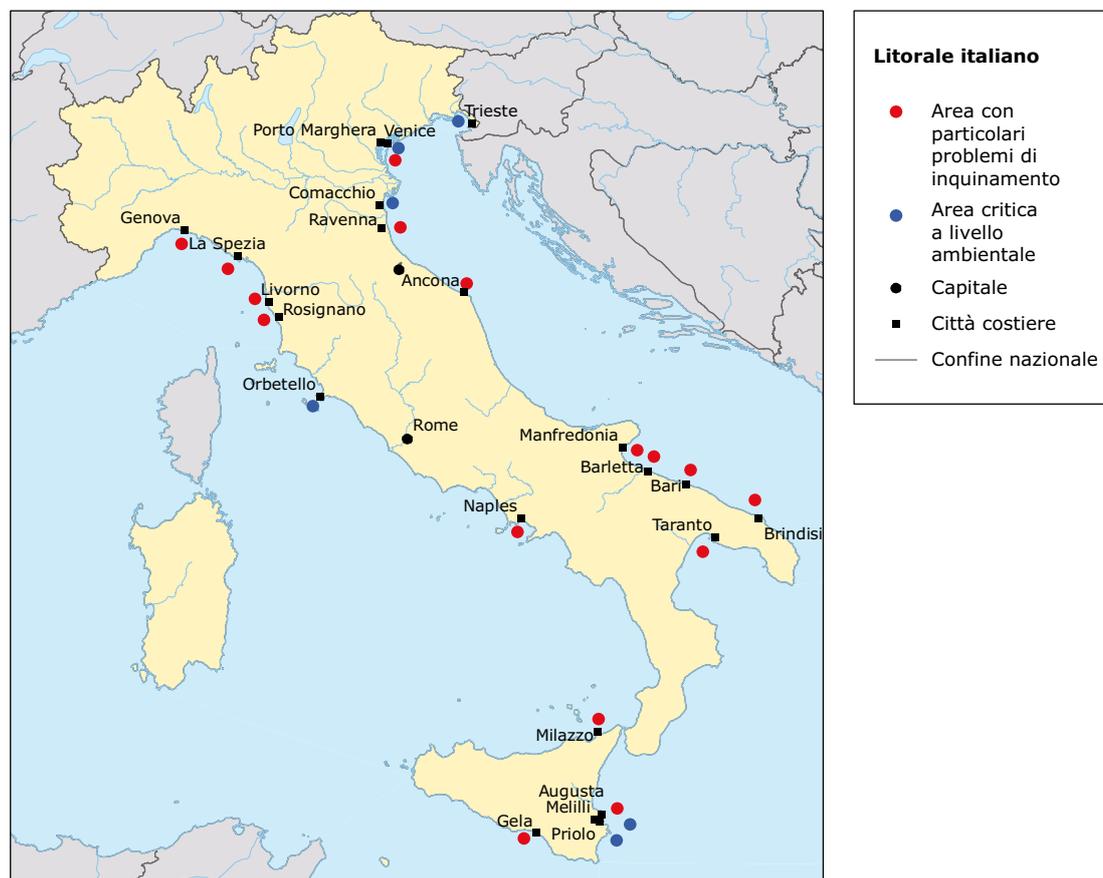
- la città di Khan Younis: acque reflue urbane e industriali (combustibile, cemento, alimenti, abbigliamento, officine meccaniche, stampa, plastica);
- città di Rafah: acque reflue urbane e industriali (combustibili, cemento, abbigliamento, officine meccaniche, metallo, legno);
- città di Dayr El-Balah: acque reflue urbane.

3.11 Italia

Il litorale italiano si estende per 7 500 km e l'intero territorio è situato in bacini idrografici che si riversano nel Mar Mediterraneo. **I principali problemi ambientali sono causati dalle acque reflue urbane e industriali, dalle acque di dilavamento di origine agricola e dal traffico marittimo.** Si registra, inoltre, un fenomeno di urbanizzazione e di cementificazione della costa a causa dello sviluppo delle infrastrutture turistiche. Gran parte delle città è dotata di impianti per il trattamento delle acque reflue, cui però è allacciato solo il 63% della popolazione. Inoltre, il 13% degli impianti esistenti presenta problemi di funzionamento e deve essere ammodernato (OCSE, 2002) (figura 3.10). Il fiume Po è un pericoloso vettore di inquinamento per la regione, poiché trasporta fino al Mare Adriatico le acque reflue urbane e industriali e le acque di dilavamento di origine agricola che raccoglie lungo il proprio cammino. A metà degli anni 1990, la quantità di azoto trasportata dal fiume ammontava a 270 000 tonnellate all'anno, provocando fenomeni di eutrofizzazione con conseguenti fioriture di alghe. Le aree critiche a livello ambientale sono:

- il golfo di Trieste per i problemi di eutrofizzazione dovuti ai nutrienti trasportati dal fiume Po e gli scarichi costieri;

Figura 3.10 Litorale italiano con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- le lagune di Venezia, Comacchio e Orbetello, che presentano condizioni variabili tra eutrofia e ipertrofia;
- le zone costiere di Liguria, Lazio ed Emilia Romagna, per problemi di eutrofizzazione a causa delle acque reflue urbane e industriali;
- la costa tirrenica vicino alle foci dei fiumi Arno e Tevere, che presentano segni di eutrofizzazione;
- i porti di Trieste, Venezia, Genova, Livorno, Napoli, Taranto, Brindisi, Ancona, Augusta-Priolo-Melilli, Milazzo, Ravenna e Gela, che rilevano una contaminazione da idrocarburi di petrolio generata dall'intenso traffico marittimo (il 41% del trasporto petrolifero mediterraneo transita da porti italiani) e da perdite di idrocarburi dalle raffinerie (nel 2000 sono state registrate 150 macchie di petrolio in mare) (OCSE, 2002).

3.12 Libano

In base alle stime, la popolazione residente sulla fascia costiera libanese è composta da 2,3 milioni di abitanti. La zona è molto stretta e si estende tra la catena montagnosa a ovest e il mare. **Le acque reflue urbane non trattate, i rifiuti solidi e l'urbanizzazione del litorale costituiscono gravi problemi di inquinamento.** Beirut, Tripoli, Sidone, Jounieh e Tiro sono le principali città costiere (figura 3.11). Le acque reflue urbane vengono scaricate in mare senza essere sottoposte ad alcun trattamento (44 000 tonnellate di BOD₅ all'anno), poiché nel paese non esistono impianti per il trattamento delle acque reflue (NDA Libano, 2003). Inoltre, le discariche di rifiuti solidi industriali e municipali poste dinanzi alle spiagge costituiscono un'importante fonte di inquinamento di origine tellurica. Il fattore che più contribuisce all'alterazione

fisica della zona costiera è l'urbanizzazione, giacché gran parte della fascia costiera è edificata su una larghezza di 8-10 km. Le zone che presentano gravi problemi ambientali sono le seguenti:

- zona di Tripoli, ove le acque reflue urbane e industriali e le discariche portuali e costiere contaminano la fascia costiera;
- zona di Beirut, ove le acque reflue urbane e industriali non trattate vengono scaricate direttamente in mare da bocche di scarico e dal fiume Al Ghadir. La zona costiera, inoltre, riceve il lisciviato e le immondizie provenienti dalle discariche di Burj Hammoud e Normandy;
- la zona del Monte Libano, ove sono presenti attività industriali a Jbeil, Jounieh, Halat, Zouk Mosgeh e Antelias, che riversano le proprie acque reflue in mare;
- Sidone, con il problema delle acque reflue urbane e industriali e lo scarico di rifiuti solidi.

3.13 Libia

Nella zona costiera libica si concentrano l'85% della popolazione nazionale e gran parte delle attività industriali, agricole e turistiche (NDA Libia, 2003). Nella regione non esistono fiumi naturali, solo *oued* (corsi d'acqua temporanei spesso in secca) che trasportano sedimenti, immondizia e inquinanti provenienti dall'entroterra e riversati in mare durante i temporali. Ad eccezione delle grandi città costiere, gran parte dei centri abitati non è dotata di un'efficace rete fognaria, per cui lo scarico di acque reflue in mare è ridotto al minimo. **In Libia, i gravi problemi ambientali sono rappresentati dall'inquinamento da idrocarburi presso i depositi petroliferi, oltre che**

Figura 3.11 Costa libanese con la raffigurazione delle aree con particolari problemi di inquinamento

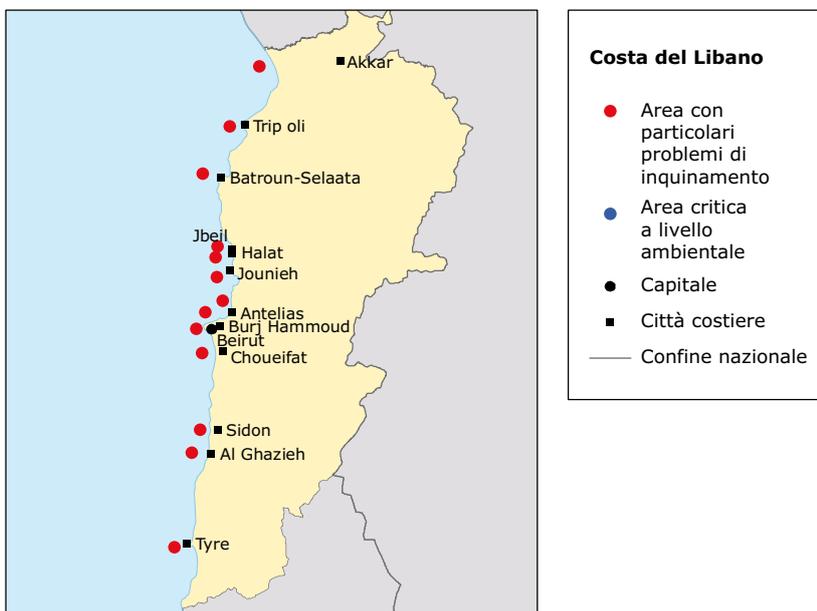
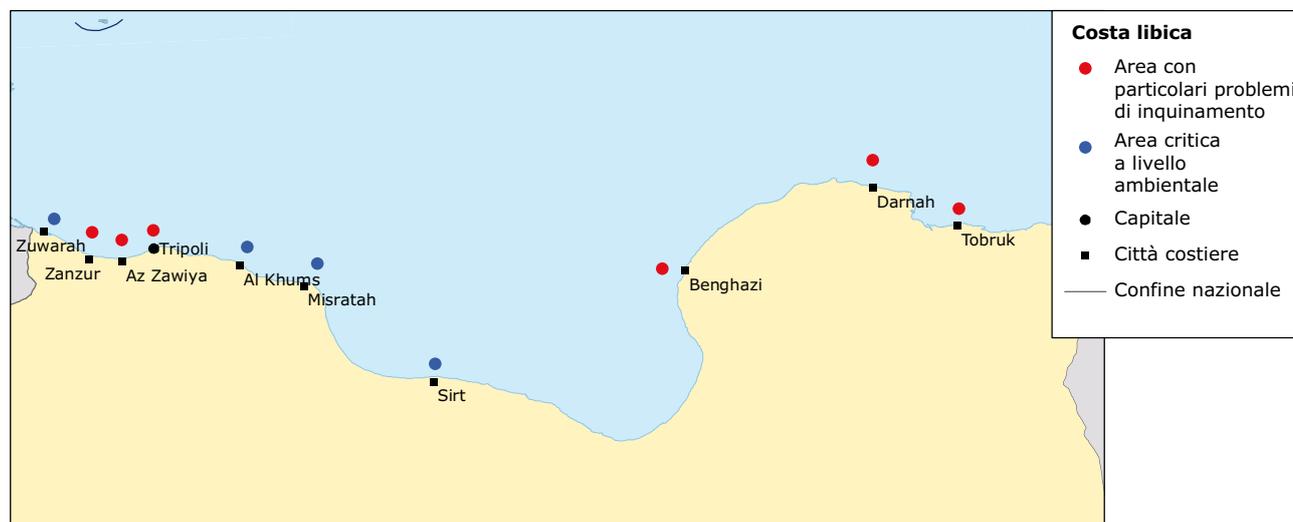


Figura 3.12 Costa libica con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



dalle acque reflue urbane e industriali non trattate provenienti dalle grandi città (figura 3.12). I rifiuti solidi municipali sono spesso smaltiti su terreni inutilizzati all'interno dei confini urbani, provocando gravi problemi di salute.

- Tripoli e Bengasi: acque reflue urbane sottoposte a trattamento parziale;
- Az Zawiya: contaminazione da idrocarburi di petrolio provenienti dal deposito e dalla raffineria di petrolio con una capacità produttiva di 120 000 barili al giorno;
- Zuwarah: acque reflue industriali (industrie chimiche) e acque reflue urbane;
- Misurata: infrastrutture urbane, industriali (acciaio) e portuali;
- Al Khums: centrale elettrica, deposito petrolifero e cementificio;
- Sirte: acque reflue urbane.

Lontano dalle città, un'estesa fascia del litorale libico non conosce forti pressioni antropiche poiché, in molti siti, non esiste accesso asfaltato alle spiagge.

3.14 Malta

Il litorale di Malta è lungo 190 km, di cui il 43% è fortemente sfruttato, e il rimanente 57% è inaccessibile. La zona edificata si estende sul 24% della fascia costiera, caratterizzata da un'altissima densità demografica (1 300 persone/km²). **La parte meridionale dell'isola di Malta è la zona in cui si concentrano la maggioranza delle attività antropiche (città, porti e località turistiche) e i principali problemi ambientali, ovvero le acque reflue urbane e industriali** (figura 3.13). L'85% delle acque reflue urbane e industriali viene eliminato senza essere sottoposto ad alcun trattamento, mentre i rifiuti solidi sono principalmente smaltiti in due discariche (ministero dell'Ambiente di Malta, 2001; Istituto nazionale di statistica di Malta, 2002).

Figura 3.13 Malta con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento

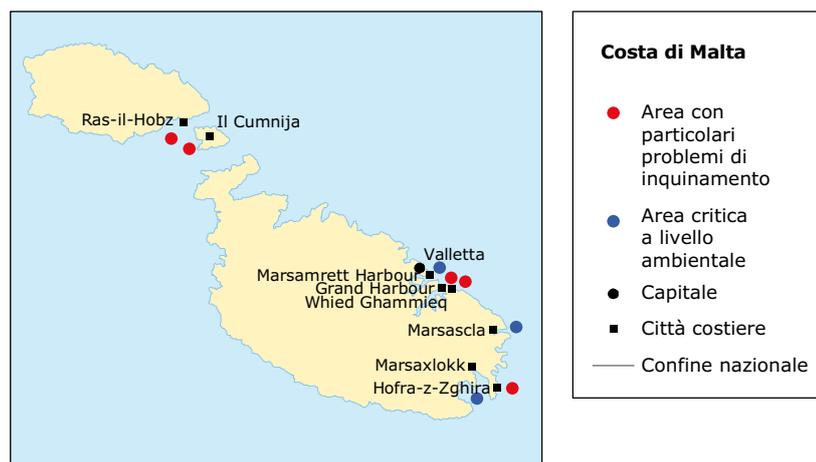


Figura 3.14 Costa marocchina con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento nel Mediterraneo



- Distretto portuale meridionale: le acque reflue urbane e industriali vengono riversate in mare tramite bocche di scarico sottomarine, perlopiù senza essere state sottoposte a trattamento. Le spiagge meridionali nei pressi del Grand Harbour e della baia di Marsaxlokk (figura 3.13) sono soggette a contaminazione microbica. Nelle vicinanze del Grand Harbour e della marina di Msida è presente un fenomeno di inquinamento da idrocarburi dovuto alla navigazione e al trasporto petrolifero.

3.15 Monaco

Monaco ha una popolazione di 33 000 abitanti ed è caratterizzato da una forte densità demografica (16 500 persone per km²). Le acque reflue urbane e industriali della città si riversano in mare attraverso condotte sottomarine dopo essere state sottoposte a trattamento. Inoltre, anche l'acqua piovana subisce un trattamento primario prima di essere scaricata in



Foto 3.2: Urbanizzazione lungo il litorale di Monaco.

Fonte: Helmut Zibrowius.

ambiente marino. I rifiuti solidi sono riciclati (vetro, carta, batterie, oli lubrificanti) o inceneriti, riducendo così il proprio peso del 70% prima di essere smaltiti in discarica. Anche i rifiuti industriali speciali sono sottoposti a trattamento (Principato di Monaco, 1997). Gran parte del litorale monegasco è urbanizzato (foto 3.2).

3.16 Marocco

La costa mediterranea del Marocco ha subito una crescente urbanizzazione negli ultimi anni. Dal 1977 al 1994, le città costiere di medie dimensioni sono passate da 16 a 30, e quelle di piccole dimensioni da 2 a 14. I principali centri urbani, che figurano anche tra le regioni più inquinate della costa mediterranea, sono Tangeri (640 000 abitanti), Tetouan (333 000), Nador (149 000) e Al Hoceima (65 000) (NDA Marocco, 2003) (figura 3.14). **I principali problemi ambientali sono causati dalle acque reflue urbane e industriali, dal traffico marittimo e dall'urbanizzazione costiera.** L'edilizia, l'estrazione di sabbia e l'erosione hanno sottoposto le spiagge a forti pressioni portando, negli ultimi anni, alla scomparsa di 7 delle 47 spiagge presenti. Le spiagge più grandi sottoposte a pressione si trovano a Tetouan, Mdiq, Restinga-Smir, Al Hoceima, Cala Iris, Nador ed Essaidia. A causa della contaminazione batteriologica, il 17% delle spiagge analizzate di recente non erano conformi alle norme sanitarie di balneazione. Il traffico marittimo rappresenta una delle principali minacce di contaminazione da idrocarburi e da altri composti pericolosi. In base alle stime, ogni anno 60 000 navi attraversano lo stretto di Gibilterra, di cui 2 000 trasportano sostanze chimiche, 5 000 sono petroliere e 12 000 sono navi gasiere. I principali problemi delle aree costiere, che corrispondono anche a centri urbani, sono di seguito elencati:

- Tetouan: acque reflue urbane e industriali, erosione della sabbia, eutrofizzazione e fioriture di alghe tossiche;
- Nador: acque reflue urbane e industriali, rifiuti solidi, erosione della sabbia;
- Al Hoceima: acque reflue urbane e industriali, rifiuti solidi, erosione della sabbia.

3.17 Serbia e Montenegro

La costa mediterranea di Serbia and Montenegro conta 409 000 abitanti. Il 4% della popolazione totale del paese risiede nelle zone urbane. Le città principali sono: Bar (47 000 abitanti), Herceg Novi (37 000), Kotor (23 000), Ulcinj (21 500), Budva (18 000) e Tivat (15 600) (censimento del 2003 – compresi i rifugiati) (NDA Serbia e Montenegro, 2004). La popolazione di queste città aumenta nel periodo estivo in virtù del turismo. A causa dello scarico delle acque reflue urbane non trattate, è possibile rilevare problemi di eutrofizzazione e di inquinamento microbico nei pressi delle città costiere (spiagge occidentali di Bar, baia di Herceg-Novi, baia di Kotor, porto Milena [Ulcinj] e baia di Tivat). Problemi analoghi esistono a Velika Plaza e Ada sulle foci dei fiumi. Si stima che il 50% dei rifiuti solidi prodotti nella zona costiera siano raccolti e smaltiti nelle discariche a cielo aperto senza alcun trattamento sanitario. Vicino alla città di Bar e alla penisola di Platamuni si trovano alcune cave di pietra, ove l'attività estrattiva genera polvere e conduce all'alterazione della morfologia costiera. Tutte le zone costiere presentano segni di erosione terrestre.

I principali problemi di inquinamento sono le acque reflue urbane non trattate, l'eutrofizzazione delle

acque costiere e i rifiuti solidi non raccolti. Le zone critiche (figura 3.15) sono:

- Bar per le acque reflue urbane e industriali (settore agroalimentare);
- Herceg Novi per i rifiuti municipali e industriali (cantiere navale, attività portuale e settore agroalimentare);
- Kotor per i rifiuti municipali e industriali (metallurgia, sostanze chimiche, deposito di petrolio e attività portuale);
- Ulcinj per i rifiuti municipali e industriali (sale e attività portuale);
- Budva per i rifiuti municipali e l'attività portuale;
- Tivat per i rifiuti municipali e industriali (cantiere navale e attività portuale).

3.18 Slovenia

La Slovenia è dotata di un breve tratto di costa sul Mare Adriatico (46,6 km), con approssimativamente 80 000 abitanti che risiedono nelle città di Capodistria, Isola e Pirano (figura 3.16). Oltre l'80% del litorale sloveno è urbanizzato, soprattutto entro una distanza di 1,5 km dal mare, lasciando solo 8 km (18%) di costa allo stato naturale. **I principali problemi ambientali riguardano lo scarico di acque reflue urbane e industriali parzialmente trattate e le acque di dilavamento di origine agricola** (NDA Slovenia, 2003).

- La baia di Capodistria riceve le acque reflue provenienti dalla città e sottoposte a trattamento primario, oltre ai nutrienti e ai metalli pesanti (Ni, Cr e Zn) portati dai fiumi Rizana e Badasevica (585 tonnellate di azoto e 8 tonnellate di fosforo all'anno);

Figura 3.15 Litorale di Serbia e Montenegro con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale

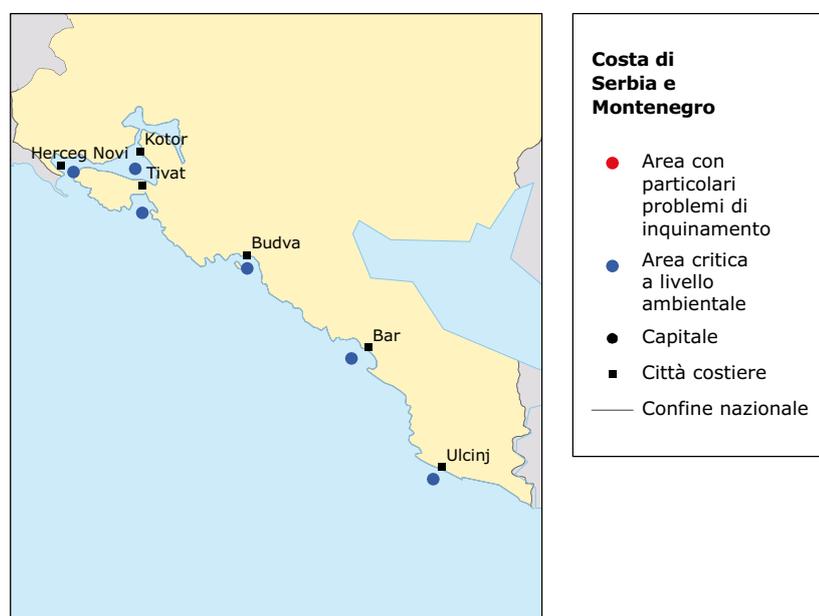
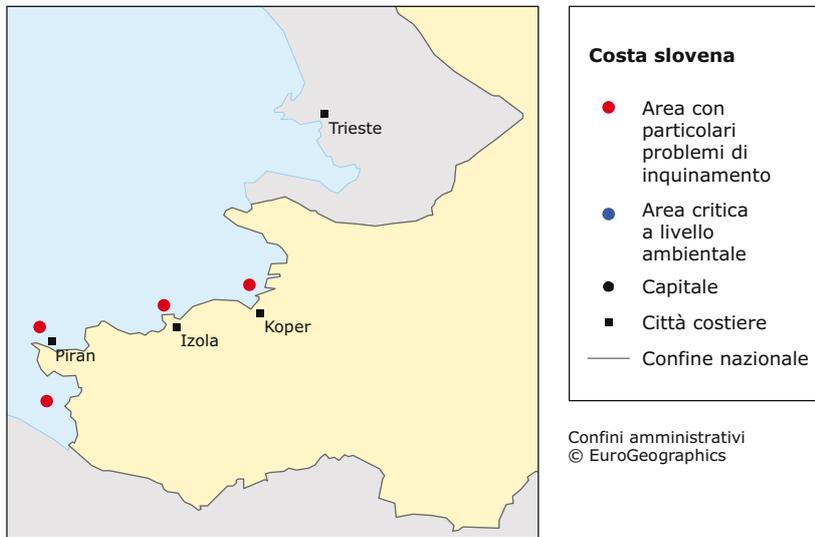


Figura 3.16 Costa slovena con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- la baia di Pirano riceve le acque reflue provenienti dalla città e sottoposte a trattamento primario e le acque reflue non trattate di Isola, oltre ai nutrienti e ai metalli pesanti trasportati dai fiumi Dragonja e Drnica (61 tonnellate di azoto e 1 tonnellata di fosforo all'anno).

3.19 Spagna

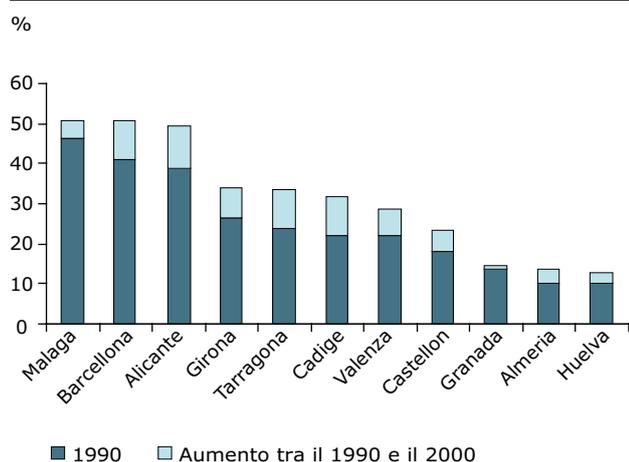
La costa mediterranea spagnola conta una popolazione di 15,6 milioni di abitanti, che rappresentano più del 39% della popolazione del paese. L'urbanizzazione è molto intensa, giacché l'85% della popolazione costiera mediterranea vive nella città e nei centri urbani con oltre 10 000 abitanti. Le principali città sono Barcellona (4 milioni di abitanti), Valencia (2,1 milioni), Malaga (900 000), Murcia (400 000), Palma de Mallorca (370 000), Granada (310 000), Cartagena (185 000), Benidorm (125 000), Tarragona (110 000) e Algeciras (105 000) (UNEP/Plan Bleu, 2001). L'urbanizzazione

Figura 3.18 Litorale mediterraneo della Spagna con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



provoca conseguenze sui biotopi costieri più preziosi e più fragili quali dune, foreste costiere, zone umide e spiagge. Le aree edificate fungono da importante barriera tra terra e mare e, in effetti, questo “muro di cemento” occupa più del 50% della costa. D’altro canto, la vicinanza al mare di queste zone costruite rende le abitazioni estremamente vulnerabili durante le mareggiate, le inondazioni e altri eventi meteorologici eccezionali. Sei milioni di immobili sono seconde case occupate solo durante la stagione estiva. La percentuale di costruzione è particolarmente elevata sulla costa mediterranea (figura 3.17) a causa di due fattori principali: da una parte lo sviluppo delle località turistiche e delle seconde case e, dall’altra, lo sviluppo urbano incontrollato nelle zone metropolitane delle grandi città.

Figura 3.17 Percentuale di zona edificata nel primo km di costa spagnola suddivisa per province (1990 e 2000)



Fonte: ETC/TE 2004.

I fiumi Ebro, Segura e Jucar sono anche importanti canali attraverso cui l’inquinamento urbano e industriale raggiunge il Mar Mediterraneo, rispettivamente vicino alle città di Amposta, Murcia e Valencia. Benché gran parte delle città costiere sia dotata di impianti per il trattamento delle acque reflue, **tra i principali problemi di inquinamento figurano lo scarico di acque reflue urbane e industriali. Un altro grave problema è l’intensa urbanizzazione della costa.**

La figura 3.18 indica le principali aree con particolari problemi di inquinamento sulla costa mediterranea, che sono:

- Barcellona, Valencia, Cartagena, Tarragona e Algeciras per le acque reflue urbane e industriali;
- la foce del fiume Ebro (Aragosta) per gli inquinamenti urbani e industriali.

3.20 Siria

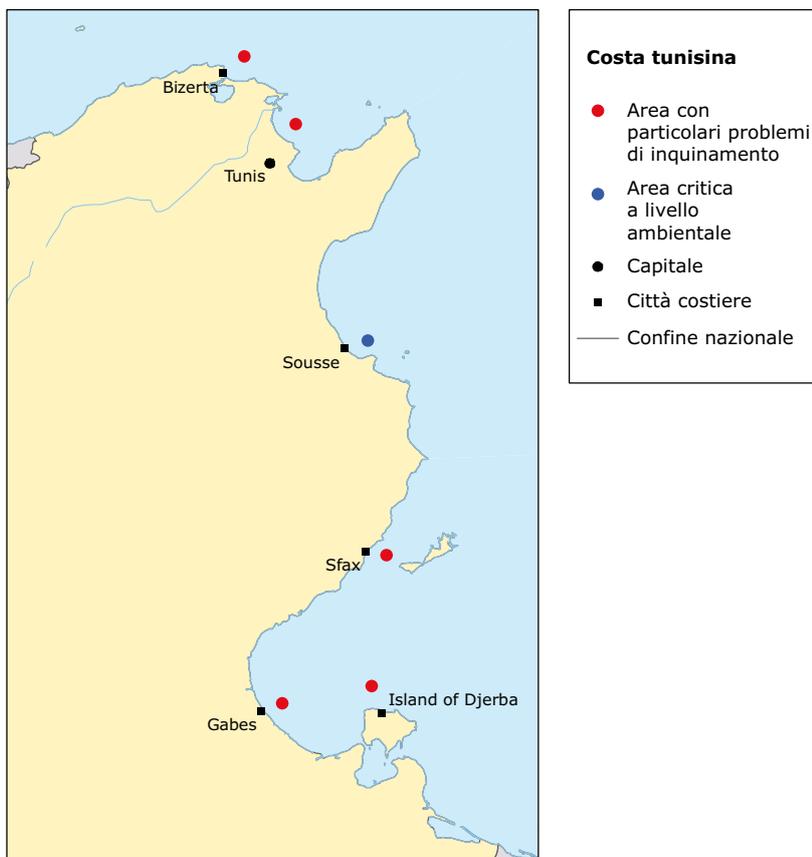
La zona costiera siriana rappresenta solo il 2% della superficie del paese, ma accoglie l’11% della popolazione (ovvero 1,5 milioni di persone). Le principali città costiere sono Laodicea, Jablah, Tartus e Baniyas (figura 3.19). L’urbanizzazione costiera legata alle esigenze abitative della popolazione locale e del turismo e lo sviluppo industriale (infrastrutture portuali) hanno causato gravi problemi ambientali quali **lo smaltimento delle acque reflue urbane e industriali non trattate, le chiazze di petrolio provocate dalla raffineria e dal deposito petrolifero e la gestione dei rifiuti solidi** (NDA Siria, 2003). In totale, si stima che 24,8 milioni di m³ di acque reflue urbane si riversino in mare, di cui il 99% non trattate. Per tale motivo, la quantità di metalli pesanti scaricata in mare può essere elevata: il valore massimo di piombo (Pb) misurato nei sedimenti marini, ad esempio, ha raggiunto i 358,5 mg/kg nel porto di Tartus.

- La zona di Laodicea vede la presenza di acque reflue urbane (7 364 tonnellate di BOD₅, 1 664 tonnellate di azoto e 377 tonnellate di fosforo), una discarica di rifiuti solidi sulla costa e l’eutrofizzazione della zona costiera.
- La zona di Tartus-Baniyas è caratterizzata dalla presenza di acque reflue urbane (5 582 tonnellate di BOD₅, 714 tonnellate di azoto e 218 tonnellate di fosforo) e di impianti industriali, tra cui una raffineria di petrolio a Baniyas e una centrale elettrica.

Figura 3.19 Litorale della Siria con la raffigurazione delle aree con particolari problemi di inquinamento



Figura 3.20 Costa tunisina con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



3.21 Tunisia

La zona costiera della Tunisia è caratterizzata da una forte densità demografica e, nel 1995, contava 6,3 milioni di abitanti (il 70,2% della popolazione del paese). Tunisi (1,6 milioni di abitanti), Sfax (510 000), Sousse (185 000), Gabès (140 000) e Biserta (130 000) sono le città più importanti. Gran parte delle acque reflue delle grandi città sono sottoposte a trattamento (81%). **I principali problemi ambientali riguardano le acque reflue urbane e industriali, i rifiuti solidi municipali e industriali (fosfogesso) e l'urbanizzazione della costa.** Le zone più minacciate sono indicate nella figura 3.20 e le fonti di inquinamento di origine tellurica sono le seguenti:

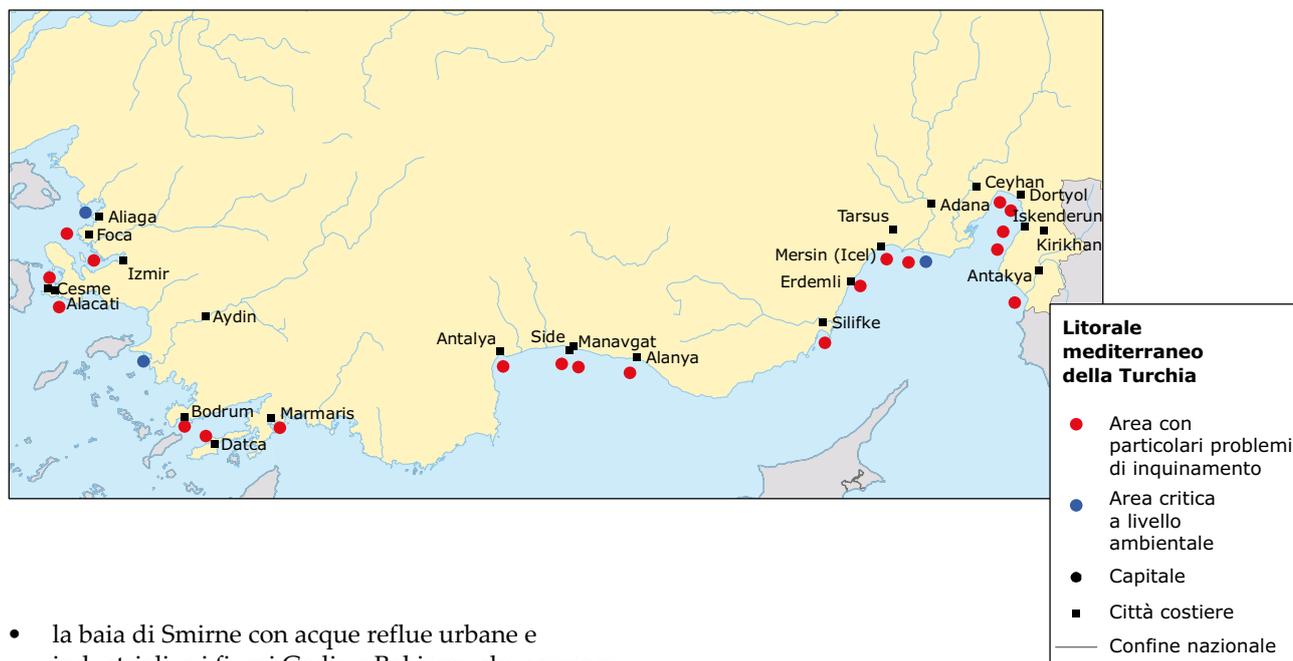
- il golfo di Gabès per i fanghi di fosfogesso (10 000–12 000 tonnellate all'anno) provenienti dalla produzione di acido fosforico e di fertilizzanti riversati in mare (acidità, materia particolata in sospensione, fluoruro, fosforo e cadmio) e le acque reflue urbane;
- la zona costiera di Sfax per le acque reflue industriali (12 000 tonnellate di fluoruro, 5 700 tonnellate di fosforo, 2,4 tonnellate di cadmio e una tonnellata di mercurio) e i residui di fosfogesso scaricati in riva al mare (19 milioni di m³ in due discariche), i rifiuti municipali e le discariche abusive;

- il lago di Biserta per le acque reflue urbane e industriali e il lisciviato proveniente dalle due principali discariche di rifiuti solidi nella baia di Sabra e El Fouledh;
- l'isola di Djerba per lo sviluppo turistico, l'estrazione di sabbia a fini edili (costruzione di alberghi nella parte nord-orientale dell'isola) e la pesca a strascico sulle praterie di *Posidonia*.

3.22 Turchia

La costa turca si estende per 8 333 km e si può dividere in regione Egea e regione mediterranea orientale. **I centri urbani e industriali, i depositi petroliferi e le strutture agricole e ricreative sulla costa costituiscono le principali fonti di inquinamento di origine tellurica in entrambe le regioni** (NDA Turchia, 2003). La Turchia è caratterizzata da una rapida urbanizzazione dovuta allo sviluppo di strutture ricreative e alla massiccia costruzione di seconde case (case di vacanza) sul litorale Egeo e mediterraneo orientale, fenomeno che sta radicalmente trasformando il paesaggio. Anche l'**erosione costiera** rappresenta un importante problema. Dei 110 sistemi di dune di sabbia registrati negli anni Ottanta, solo 30 (pari al 27%) sono ancor oggi relativamente intatti. Le zone critiche (figura 3.21) e le fonti di inquinamento di origine tellurica comprendono:

Figura 3.21 Costa mediterranea turca con la raffigurazione delle aree critiche a livello ambientale e delle aree con particolari problemi di inquinamento



- la baia di Smirne con acque reflue urbane e industriali, e i fiumi Gediz e Bakircay che scorrono su ampie regioni agricole e urbane, riversando considerevoli quantità di nutrienti in mare, causa di eutrofizzazione;
- il fiume Buyuk Menderes con acque reflue industriali non trattate (mercurio, cadmio e cromo provenienti dall'industria del cuoio);
- le regioni di Aliaga e Foca con le attività portuali e le acque reflue industriali non trattate;
- la baia di Alessandretta con le attività industriali tra cui il deposito dell'oleodotto, e l'inquinamento da idrocarburi causato dallo scarico delle acque di zavorra e dagli sversamenti di petrolio durante le operazioni di routine;
- Mersina con acque reflue urbane e industriali e un intenso traffico marittimo;
- Bodrum con il turismo e le attività di acquacoltura.

4 Aspetti particolari: rischi naturali

4.1 Sismicità

Nella sua forma attuale il Mar Mediterraneo è il frutto della continua interazione di complessi processi geodinamici che si sono susseguiti negli ultimi 50–70 milioni di anni, come ampiamente descritto nella relazione *Stato e pressioni sull'ambiente marino e costiero del Mediterraneo* (AEA, 1999).

Nella regione mediterranea l'attività sismica è strettamente correlata ai processi geodinamici attivi.

La Figura 4.1 illustra le principali zone a elevata sismicità.

Nel Mediterraneo orientale gli epicentri dei terremoti si concentrano sia lungo l'arco ellenico e l'arco di Cipro, tutt'ora attivi, sia a ridosso degli stessi, nelle regioni egea e dell'Asia Minore occidentale, che sono soggette a deformazioni. Alcune zone specifiche in questa regione (come le Isole Ionie, il Golfo di Corinto, l'area che si snoda lungo la Faglia Nord Anatolica e altre) sono note per la loro elevata sismicità. La seconda zona a elevata sismicità è costituita dall'intera penisola italiana. L'attività sismica è correlata alla subduzione attiva del bacino ionico, al di sotto dell'arco calabro, e alla relativa deformazione della microplacca italiana sovrastante.

Si verificano sovente terremoti di magnitudo superiore a $M = 6$ o $M = 7$, che provocano la morte di migliaia di persone e danni ingenti agli edifici (Tabella 4.1).

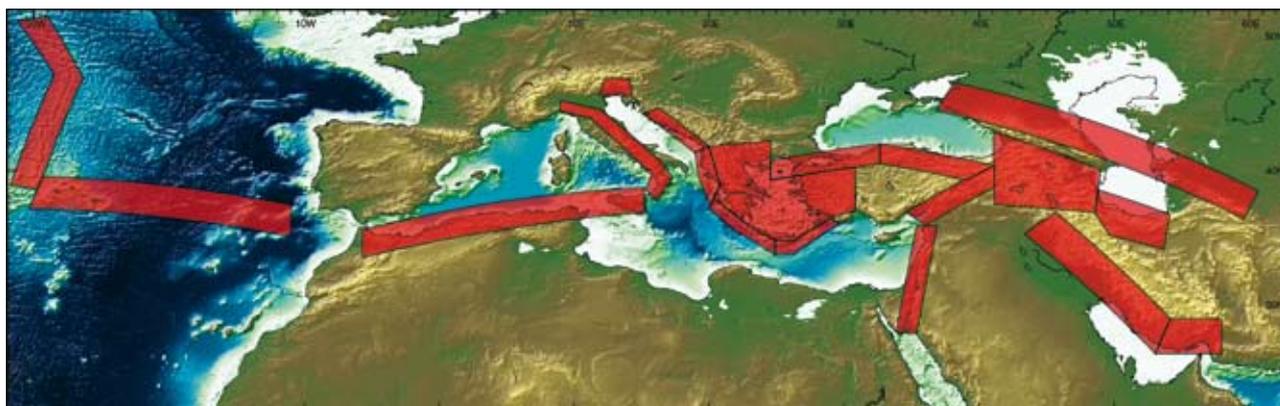
4.2 Attività vulcanica

L'origine dei vulcani attivi nella regione del Mediterraneo risale a 1–2 milioni di anni fa ed è correlata agli archi orogenici attivi, in particolare a quello calabro e a quello ellenico.

In Italia i centri vulcanici sono l'Etna e il Vesuvio, assieme ai vulcani delle Isole Eoliche (come Stromboli); si tratta di vulcani associati alla subduzione in corso della crosta oceanica del Mar Ionio, al di sotto dell'arco calabro, e all'apertura del bacino di retroarco tirrenico. Le spettacolari e frequenti eruzioni laviche dal cratere centrale e dalle pendici dell'Etna sono iniziate circa 700 000 anni fa, mentre le rocce più antiche del Vesuvio risalgono a circa 300 000 anni fa. Entrambi i vulcani sono ancora attivi e attraggono turisti da tutto il mondo, così come accade per Stromboli. L'attività vulcanica, tuttavia, mette a repentaglio le circostanti aree densamente popolate. Gli episodi di devastazione di intere città entrati nella storia (valga tra tutti l'esempio di Pompei [Vesuvius] e dei centri limitrofi, completamente rasi al suolo intorno al 79 d.C.) sono la dimostrazione che, in futuro, non possono escludersi eruzioni di portata catastrofica.

Le isole di Santorini e Nisyros sono le più famose isole vulcaniche dell'arco ellenico, nel Mar Egeo. Si tratta di isole vulcaniche, a cui si aggiungono centri vulcanici meno conosciuti, distribuiti lungo l'arco ellenico, anch'essi in attività. La caldera di Santorini, che raggiunge la profondità di 400 m, è una destinazione turistica nota a livello internazionale. La sua formazione viene fatta coincidere con l'eruzione vulcanica più estesa che si sia mai verificata sulla Terra, avvenuta nel XVII sec. a. C., a cui viene imputata la fine

Figura 4.1 Zone sismiche del Mediterraneo. Profondità dell'ipocentro < 50 km



Fonte: Vannucci et al., 2004.

Tabella 4.1 Una selezione di catastrofi sismiche dell'ultimo decennio (1995–2004)

Data	Zona	Magnitudo	Vittime	Impatto
14.08.2003	Is. Lefkada, Grecia	M = 6.3	Nessuna	Basso impatto: tracollo della stagione turistica nell'estate 2003
21.05.2003	Boumerdes, Algeria	M = 6.8	2 200	Migliaia di abitazioni sono andate distrutte o sono state pesantemente danneggiate Onda anomala (tsunami) alta 3 m
31.10.2002	Foggia, Italia merid.	M = 5.9	29	Danneggiato il 70% delle abitazioni nella zona di Campobasso
09.09.1999	Atene, Grecia	M = 5.9	135	Alcune migliaia di abitazioni distrutte o pesantemente danneggiate
17.08.1999	Izmit, Turchia nord-occidentale	M = 7.4	18 000	15 400 abitazioni distrutte Crollo della zona costiera Tsunami
15.06.1995	Aigion, Grecia	M = 6.5	31	Crollo di numerose abitazioni/strutture alberghiere Ripercussioni negative sulla stagione turistica Crollo della zona costiera Onda anomala (tsunami) alta 3 m

della civiltà minoica. A 3 650 anni da questo evento il vulcano è ancora in attività e la lava che fuoriesce dal cratere contribuisce alla creazione di nuove isolette che affiorano dalla superficie marina all'interno della caldera. Sebbene nell'ultimo millennio non si siano registrati episodi eruttivi di intensità distruttiva dal vulcano di Nisyros, la perfetta conformazione dei crateri e le numerose fumarole presenti nella sua caldera sono la prova dell'attività vulcanica in corso.

4.3 Movimenti di masse: gli tsunami

Nella regione mediterranea non sono rari fenomeni franosi dei versanti sottomarini e movimenti di massa per effetto gravitazionale di origine diversa, che nel tempo hanno provocato numerose onde anomale (tsunami) di portata distruttiva.

I processi geotettonici in atto nella regione mediterranea favoriscono la creazione delle condizioni morfologiche e geologiche ideali per la formazione degli tsunami. Negli ultimi 500 anni (1500-1990) sono stati registrati circa 200 eventi tsunamigenici nell'area circostante il Mediterraneo (secondo Soloviev *et al.*, 1997). La maggior parte dei maremoti è stata segnalata nelle zone più attive dal punto di vista tettonico e vulcanico, come i mari Egeo, Ionio e Tirreno, il Mar di Marmara e, successivamente, lungo il margine algerino e l'arco di Cipro, o al largo dei delta fluviali.

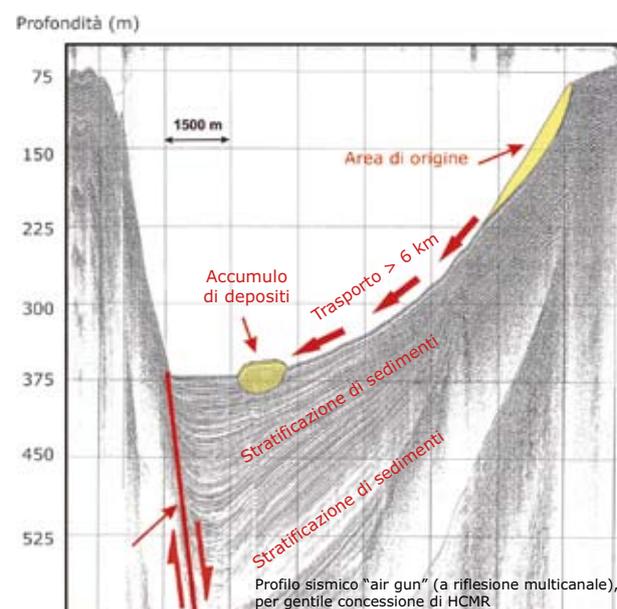
I terremoti sono il meccanismo che più frequentemente dà luogo alla destabilizzazione dei corpi sedimentari depositati sui versanti sottomarini o a crolli costieri. La rottura dei versanti può verificarsi immediatamente dopo un terremoto o a distanza di giorni, settimane o mesi. I più recenti terremoti accompagnati da onde di maremoto sono quelli di Izmit, Boumerdes e Aigion. Il 31 dicembre 1995, a circa 6 mesi di distanza dal terribile sisma di Aigion, un'onda anomala alta 3 m si è abbattuta sulla costa meridionale del Golfo di Corinto, sommergendo numerosi chilometri quadrati di zona costiera. Gli tsunami generati da processi vulcanici o processi di origine vulcanica rappresentano una grave

minaccia per le zone costiere lambite dal Mar Egeo e dal Mar Tirreno.

Il 30 dicembre 2002, dal versante della Sciarra del Fuoco, sul fianco occidentale del vulcano di Stromboli, si sono distaccati enormi corpi franosi (Bosman *et al.*, 2004). Si calcola che il volume complessivo di masse rocciose coinvolte nella frana sottomarina e in quella subaerea fosse superiore a 28,5 milioni di m³. La depressione venutasi a creare misura in profondità 700 m. Le onde di maremoto provocate dalla frana hanno investito i litorali dell'isola e dell'arcipelago eolico circostante e si sono propagate fino in Sicilia.

Gli eventi di tipo tsunamigenico, tuttavia, possono verificarsi anche in zone caratterizzate da un'attività sismica o vulcanica debole o nulla; in tal caso, si tratta di eventi correlati all'instabilità dei sedimenti depositati sulla piattaforma o sul versante al largo di grandi delta fluviali.

Figura 4.2 Schema di frana sottomarina (dal Golfo di Corinto)



L'esempio più notevole è lo tsunami che ha interessato il Mediterraneo occidentale il 16 ottobre 1979, quando un'enorme frana di almeno 8 milioni di m³ si è staccata nelle acque poco profonde alla foce del fiume Var durante le operazioni di riempimento collegate all'ampliamento dell'aeroporto di Nizza. La sabbia medio-fine della costa è stata trasportata per oltre 200 km dalla faglia (Migeon *et al*, 2004).

Lo tsunami provocato da questo smottamento ha investito il litorale di Nizza, causando la morte di alcune persone.

La figura 4.2 illustra un tipico caso di frana sottomarina (dal Golfo di Corinto), che in passato può aver scatenato un enorme tsunami.

5 Argomento specifico: specie esotiche

5.1 Invasioni biologiche: un processo ininterrotto

Le specie esotiche, talvolta denominate “specie aliene”, “specie introdotte” o “specie non autoctone”, sono piante e animali non mediterranei che sono stati introdotti in maniera accidentale, che hanno invaso e/o che sono stati importati in questa regione e che, in seguito a questi eventi, vivono allo stato selvatico.

- Nel Mar Mediterraneo sono state registrate oltre 600 specie esotiche marine.
- Il tasso di introduzione delle specie esotiche nel Mar Mediterraneo ha raggiunto l'apice negli anni 1970–1980, per poi mantenersi su valori stabili oppure, nel caso della maggior parte dei gruppi, tra cui gli zoobenthos (specie demersali), continuando a crescere.
- Negli ultimi cinque anni si è calcolato che, in media, viene introdotta una specie non autoctona ogni quattro settimane.

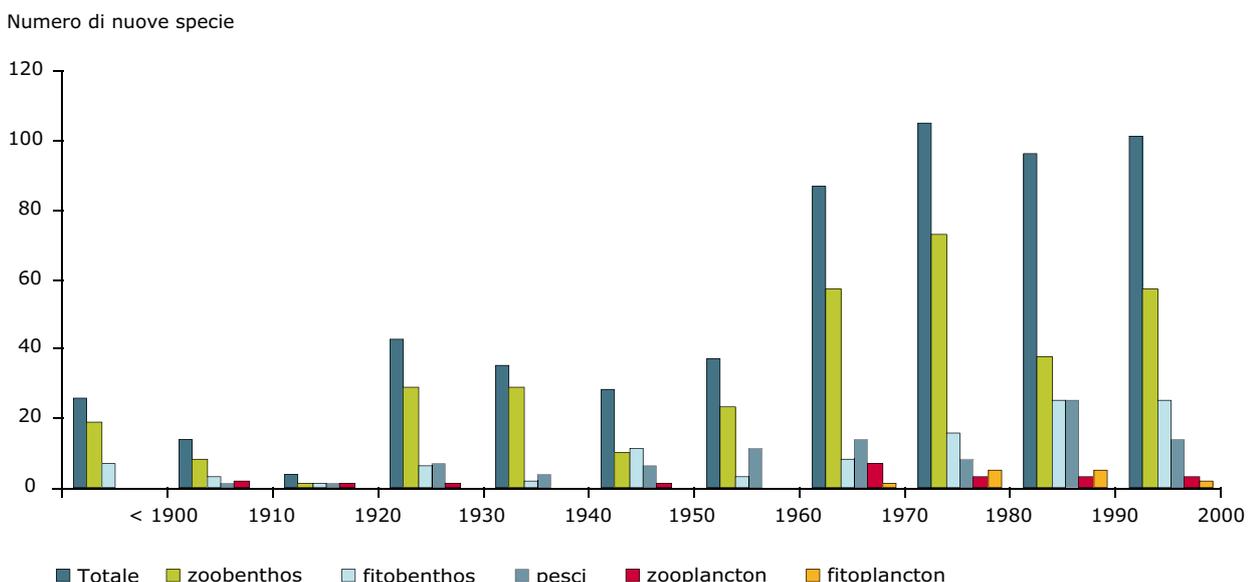
L'introduzione di specie esotiche è un processo ininterrotto. Il fenomeno, che ha raggiunto l'apice nel decennio 1970–1980 (per un totale di 105 segnalazioni), sta continuando a verificarsi a un ritmo costante (negli ultimi due decenni, sono state introdotte, rispettivamente, 95 e 100 nuove specie), sia pur in maniera disomogenea nei vari gruppi (Figura 5.1).

Caratteristico è il fatto che, nel XXI secolo, sono state individuate nel Mediterraneo 64 nuove specie, di cui 23 registrate nel solo 2004. Questo dato è sufficiente a mettere in luce, da un lato, la difficoltà di mantenere aggiornati i registri e, dall'altro lato, la necessità di proseguire gli studi in questo ambito (Streftaris *et al.*, 2005).

5.2 Modalità di introduzione e distribuzione delle specie esotiche nel Mediterraneo

Il fenomeno dell'introduzione di specie esotiche, pur interessando l'intero Mar Mediterraneo (figura 5.2), è più marcato nella fascia orientale, soprattutto nel bacino di Levante. La modalità di introduzione nei due bacini è diversa. Se nel Mediterraneo orientale la principale via di introduzione è la penetrazione attraverso il Canale di Suez, nel Mediterraneo occidentale la responsabilità della penetrazione della stragrande maggioranza delle specie esotiche va attribuita alla navigazione e/o all'acquacoltura. Sono considerate “zone critiche” per le specie esotiche gli ecosistemi lagunari nell'Adriatico settentrionale e nel sud della Francia (con 70 e 96 specie esotiche, rispettivamente, introdotte perlopiù attraverso l'acquacoltura).

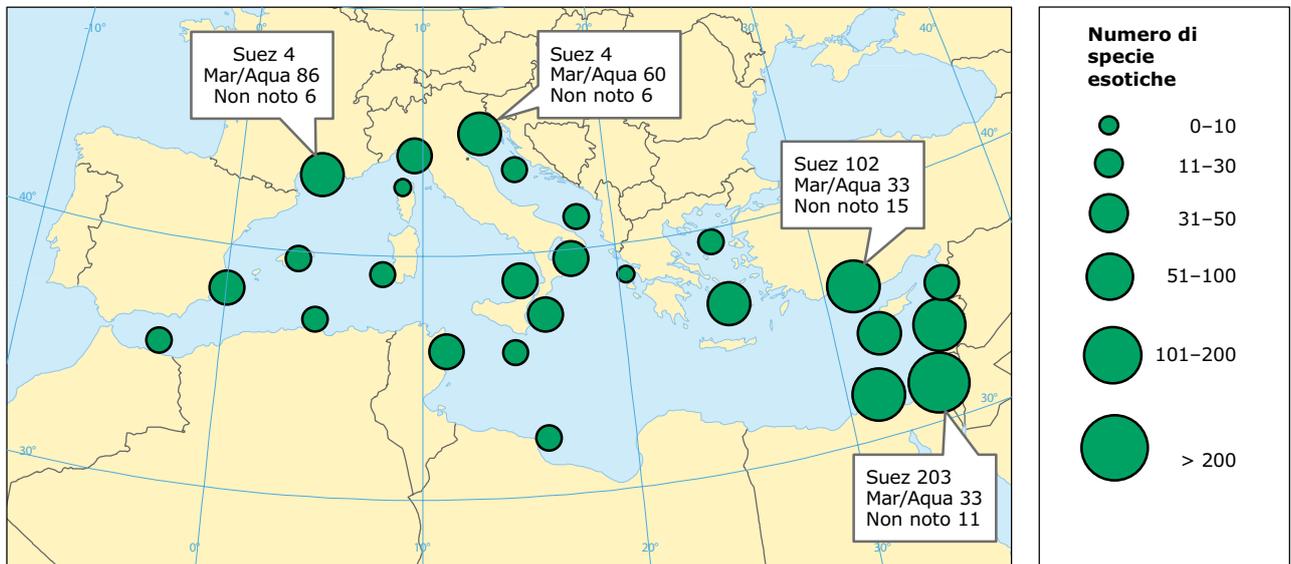
Figura 5.1 Tasso di rilevamento delle specie esotiche nel Mediterraneo



Fonte: UNEP/PAM, 2004b.

Nota: ZB = zoobenthos, PB = fitobenthos, F = pesci, ZP = zooplancton, PP = fitoplancton.

Figura 5.2 Distribuzione di specie esotiche nel Mar Mediterraneo e modalità di introduzione in zone selezionate. Le abbreviazioni Mar/Aqua si riferiscono all'introduzione dovuta alle attività marittime e/o all'acquacoltura



Fonte: HCMR in base a fonti diverse, UNEP/PAM, 2004b.

I flussi migratori e il commercio marittimo attraverso il Canale di Suez costituiscono le principali vie di introduzione delle nuove specie nel Mar Mediterraneo, seguiti dall'acquacoltura (intenzionale e accidentale) e dai casi in cui la modalità di introduzione rimane sconosciuta.

C'è chi sostiene che l'introduzione di specie esotiche abbia arricchito la biodiversità del Mediterraneo orientale. Oggi il 12% (68 su 569) dei biota bentonici delle coste israeliane sono di origine indo-pacifica (Fishelson, 2000). Secondo una lista di controllo aggiornata delle macroalghe della laguna di Thau (Francia), le specie introdotte rappresentano il 23% della flora complessiva (Verlague, 2001).



Foto 5.1: La massiccia proliferazione di *Anadara inaequalis* nell'Adriatico settentrionale (Rinaldi, 1985) ha modificato la fisionomia delle spiagge.

Fonte: Emidio Rinaldi

5.3 Impatto delle specie esotiche

Le specie esotiche sono, dopo la distruzione degli habitat, la seconda causa principale di perdita di biodiversità (Breithaupt, 2003), essendo responsabili dell'alterazione di tutti gli aspetti degli ecosistemi marini. Il fenomeno della penetrazione di specie esotiche costituisce un problema crescente, correlato agli impatti imprevisti e dannosi che producono sull'ambiente, sull'economia e sulla salute umana.

Una minaccia per la biodiversità?

Le modificazioni degli ecosistemi marini dovute all'introduzione di nuove specie sono state oggetto di rari studi nella maggior parte delle regioni. Esistono soltanto alcuni casi ben documentati, come lo studio sulla *Caulerpa racemosa*.

Spesso sono stati riferite, ma non quantificate, alterazioni della biodiversità, come la dominanza di talune specie che esibiscono proprietà invasive a scapito di altre. Un esempio tipico è il rapido impoverimento in Israele delle popolazioni della stella marina *Asterina gibbosa*, del gambero *Melicertus kerathurus* e della medusa *Rhizostoma pulmo*, a fronte di un aumento della diffusione di specie esotiche quali *Asterina burtoni*, *Marsupenaeus* (= *Penaeus*) *japonicus* e *Rhopilema pulmo*. Le popolazioni ittiche di triglie (*Mullus barbatus*) e naselli (*Merluccius merluccius*) sono state costrette a migrare verso acque più profonde, rispettivamente, dalle specie esotiche *Upeneus moluccensis* e *Saurida undosquamis* (Galil e Zenetos, 2002).

Riquadro 5.1 Espansione di *Caulerpa racemosa* nel Mediterraneo

Individuata per la prima volta nel Mediterraneo all'inizio degli anni 1990 in Libia, l'alga invasiva *Caulerpa racemosa* è comparsa nello stesso periodo in diverse altre zone del bacino mediterraneo. Questa specie ha mostrato fin da subito una capacità invasiva. A distanza di tredici anni quasi tutto il bacino mediterraneo era stato colonizzato e l'alga aveva raggiunto le Isole Canarie (Verlaque *et al.*, 2004).

Piazzini *et al.*, (in corso di pubblicazione) riferisce che l'alga *Caulerpa racemosa* è stata segnalata sulle coste di 11 paesi, dove si sviluppa su tutti i tipi di sostrati. La sua presenza si riscontra in zone sia inquinate sia incontaminate, di profondità compresa tra 0 e 70 m. Alla fine del 2003 il tratto di costa interessato dall'invasione di *Caulerpa racemosa* in Spagna, Francia (Figura 5.3), Italia e Croazia misurava tra i 700 e i 750 km.



Foto 5.2: *Caulerpa racemosa*.

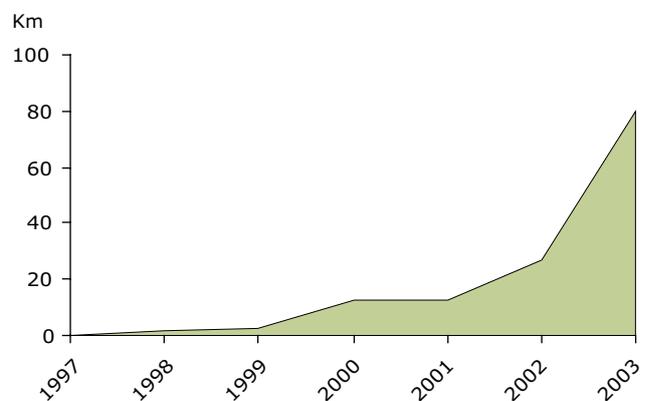
Fonte: P. Panagiotides.

Nel Mediterraneo la vongola verace *Ruditapes philippinarum*, oltre alle specie autoctone in declino, produce ripercussioni sull'ambiente fisico, poiché le attività di pesca e raccolta delle vongole aumentano il carico di materiale in sospensione (Occhipinti Ambrogi, 2002).

Sono noti altresì i danni a livello economico provocati dalla comparsa massiccia di specie quali:

- le macroalghe *Womersleyella setacea* e *Acrothamnion preissii*, che intasano le reti da pesca, rispettivamente, in Francia e in Italia, dove sono denominate "pelo" a causa dei danni provocati alle attrezzature da pesca (Verlaque, 1989; Cinelli *et al.*, 1984);
- la macroalga *Codium fragile*: per eliminare questa macroalga dalle coste di Marsiglia negli anni 1960 si è dovuto provvedere alla rimozione meccanica di materiale accumulato sulle spiagge (Boudouresque, 1994);
- la medusa *Rhopilema nomadica* segnalata lungo i litorali del Mediterraneo orientale fino alle coste sudorientali della Turchia, nella fascia a nord del bacino mediterraneo: ripercussioni negative per il turismo e la pesca e danni da intasamento agli impianti costieri (Galil e Zenetos, 2002);

Figura 5.3 Aumento della linea costiera francese colpita da *Caulerpa racemosa* (da Meinesz *et al.*, 2003)



- le infestazioni da *Caulerpa taxifolia* sono note infine per l'impatto negativo che producono sulla pesca, a scopo sia commerciale che ricreativo, e sul turismo (per esempio, su attività ricreative come le immersioni).

5.4 Le specie esotiche come risorsa alieutica

Un significativo numero di specie esotiche si è trasformato in preziosa risorsa per l'industria alieutica nel bacino levantino. Tra queste, degne di nota sono: lo strombo *Strombus persicus*; i gamberi *Marsupenaeus japonicus*, *Metapenaeus monoceros* e *M. stebbingi*; il granchio *Portunus pelagicus* e alcune rare specie ittiche come le triglie (*Upeneus moluccensis* e *U. pori*), il barracuda orientale del Mar Rosso (*Sphyrna chrysotaenia*) e alcuni clupeidi (*Dussummiera acuta*, *Herklotsichthys punctatus*). *Strombus persicus* è stato segnalato per la prima volta nella baia di Mersin, in Turchia, nel 1978; nel 1987 aveva già colonizzato alcune zone in Israele, Grecia (Rodi), Cipro e Libano. In Israele sono state riferite densità di decine di campioni per m² e, di conseguenza, questa specie di strombo ha cominciato a diffondersi sul mercato della pesca (Mienis, 1999). Si è scoperto inoltre che, nel

2004, veniva servita nei ristoranti di Rodi, dove recenti indagini hanno messo in evidenza una proliferazione massiccia di questo strombo.

5.5 Il valore aggiunto fornito dallo studio di specie esotiche nel Mediterraneo

Indicatori dei cambiamenti climatici

Molto si è scritto sui fenomeni che, collettivamente, vengono denominati “tropicalizzazione del Mediterraneo”. Questi fenomeni hanno provocato cambiamenti a livello di biodiversità e biogeografia dell’intera zona. Sono state osservate alterazioni significative delle condizioni fisiche dell’Adriatico che possono aver favorito l’insediamento di specie termofile. Secondo Bello *et al.*, (2004), la tropicalizzazione dell’Adriatico è confermata dalla presenza e dall’insediamento di tre specie tropicali, vale a dire: i dinoflagellati tossici (microalghe) *Ostreopsis lenticularis*, *Coolia monotis* e *Prorocentrum mexicanum*.

Indicatori di disturbo

Gli ambienti inquinati o colpiti da degrado fisico sono più vulnerabili alle invasioni di nuove specie rispetto alle zone incontaminate. Da un recente studio sugli organismi incrostanti responsabili del “macrofouling” è emerso che negli ambienti marini inquinati sono presenti molte più specie rispetto agli ambienti non inquinati. Il serpulide cosmopolita *Hydroides elegans*, una forma prevalente nella fauna degli ambienti acquei inquinati, è stato rinvenuto soltanto di rado



Foto 5.3: *Marsupenaeus japonicus* (gambero).

Importante dal punto di vista commerciale per le attività di pesca nel bacino di Levante, dove si è diffuso attraverso il Canale di Suez (Balss, 1927). Adesso la forma di penetrazione è l’acquacoltura, con popolazioni di esemplari selvatici insediatesi nel Mar Egeo, nel Mediterraneo centrale e orientale (Galil *et al.*, 2002).

Fonte: Kosmas Kevrekides.

negli ambienti non inquinati (Kocak *et al.*, 1999). Le introduzioni nella maricoltura mediterranea sono limitate perlopiù agli habitat lagunari o estuarini e alle specie esotiche introdotte dalle attività marittime nei porti inquinati (Zibrowius, 1992), ambienti noti per la loro scarsa biodiversità. **Pertanto, la risposta delle specie esotiche ai fattori inquinanti le rende buoni candidati per la valutazione dello stato di qualità ecologica, una questione di rilevanza strategica sia per la DQA (direttiva quadro in materia di acque) che per la futura strategia tematica europea per la protezione e la conservazione dell’ambiente marino.**

6 Argomento specifico: fioritura di alghe nocive

6.1 Fioritura di alghe nocive nel Mar Mediterraneo

Le alghe microscopiche (fitoplancton) sono normali componenti di tutti gli ambienti acquatici. La proliferazione improvvisa e massiva di organismi di talune specie, altresì detta "fioritura algale" (foto 6.1), è un fenomeno naturale. È tuttavia validamente dimostrato che molte fioriture algali sono causate dall'eutrofizzazione (in particolare, arricchimento di composti di fosforo e azoto) favorita dalle attività umane (per esempio, deflussi agricoli, acque di scarico urbane e industriali). Uno studio (EMEP/MSC-W, 2000) ha rilevato che il traffico marittimo ha contribuito per oltre il 50% al superamento dei carichi critici dei nutrienti a base di azoto in alcune zone dei litorali di Grecia, Italia, Croazia e Spagna.

Quando le alghe marine sono presenti in quantità significative e producono biotossine si parla di "fioritura di alghe nocive" (HAB). La fioritura di alghe nocive è un fenomeno globale; sono sempre più numerosi gli elementi che confermano un aumento della natura e della portata del problema negli ultimi 10-20 anni. Questo incremento mondiale delle proliferazioni di alghe nocive non ha risparmiato nemmeno il Mar Mediterraneo (Smayda, 1990).

Per studiare la diffusione di questo fenomeno sono stati avviati alcuni programmi di ricerca. Nel 1999 è stata lanciata l'iniziativa europea sulla proliferazione algale nociva (EUROHAB), a cui partecipano alcuni paesi affacciati sul Mediterraneo come Spagna, Grecia e Italia. L'iniziativa EUROHAB è stata concepita per generare e coordinare le ricerche che è necessario condurre per migliorare la gestione degli effetti delle microalghe e dei cianobatteri marini tossici/dannosi nelle acque marine e salmastre dell'UE (Tabella 6.1). Per promuovere la ricerca scientifica e la cooperazione tra i paesi dell'Africa settentrionale in materia di monitoraggio e gestione delle fioriture di alghe nocive è stata creata una rete di scienziati.



Foto 6.1: Fioritura di *Noctiluca scintillans* a Salonicco, febbraio 2002.

Fonte: A. Soupilas.

Il fenomeno della fioritura di alghe nocive assume diverse forme e può avere una lunga sequela di impatti, che possono essere raggruppati nelle seguenti categorie principali:

1. effetti tossici per gli esseri umani;
2. moria di pesci e contaminazione dei prodotti ittici;
3. cambiamenti negli ecosistemi;
4. conseguenze a livello socioeconomico.

6.2 Effetti tossici per gli esseri umani

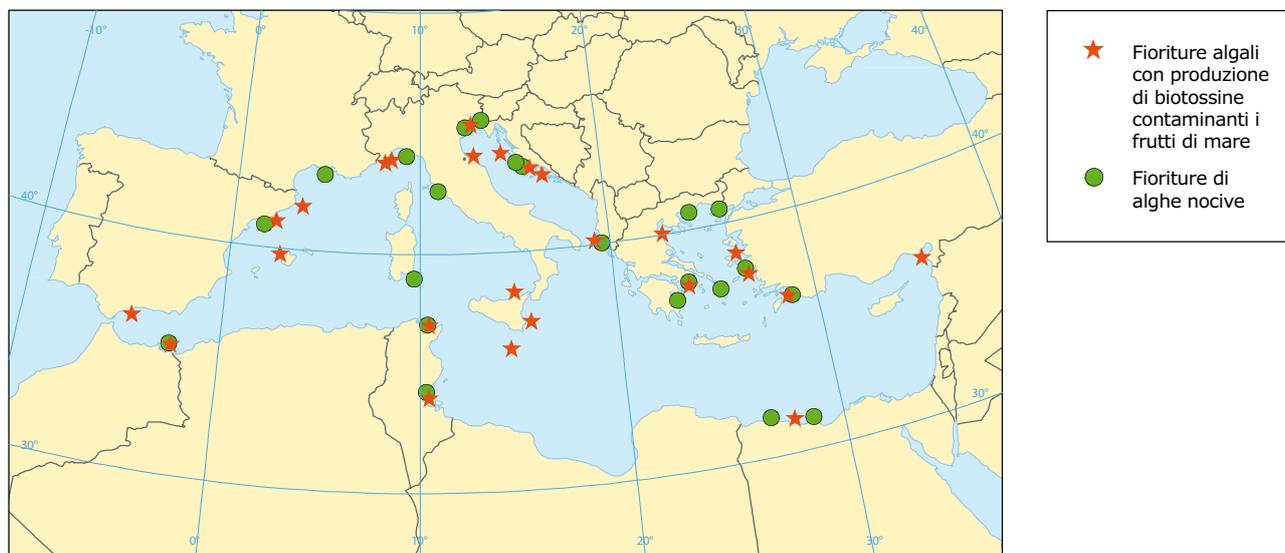
L'uomo è particolarmente vulnerabile alle tossine di origine microalgale e, in caso di ingestione di alimenti che hanno accumulato queste tossine (molluschi e pesci filtratori), può avere problemi di salute. I problemi di sanità pubblica più significativi provocati dal consumo di alimenti ittici contenenti tossine algali sono riconducibili alle fioriture di tossine algali contaminanti i frutti di mare (STB). Nel Mediterraneo le principali sindromi da intossicazione dovute al consumo di molluschi sono state descritte,

Tabella 6.1 I progetti dell'iniziativa EUROHAB (paesi mediterranei)

- **BIOHAB** (Controllo biologico delle fioriture algali nocive nelle acque costiere d'Europa: ruolo dell'eutrofizzazione) (**Francia, Spagna**) <http://www.nioz.nl/projects/biohab/index.html>
- **HABES** (Sistema di esperti in materia di fioriture algali nocive), Introduzioni pericolose da parte delle navi (Sistemi di monitoraggio per la valutazione dei rischi dell'introduzione pericolosa da parte delle navi nelle acque europee) (**Spagna**) <http://www.habes.net/>
- **STRATEGY** (Nuova strategia per il monitoraggio e la gestione delle fioriture di alghe nocive nel Mar Mediterraneo)-in fase di negoziazione (**Francia, Grecia, Italia, Spagna**) <http://www.icm.csic.es/bio/projects/strategy/>
- **ALIENS** (Introduzione di alghe sulle coste europee) (**Francia, Italia, Spagna**) <http://www.uniovi.es/bos/Aliens/E-aliens.htm>
- **FATE** (Trasferimento e destino di tossine da fioriture di alghe nocive nelle acque marine europee) (**Grecia**) <http://www.bom.hik.se/~fate/>

Fonte: <http://www.cordis.lu/eesd/ka3/cluster5.htm>

Figura 6.1 Fioriture di alghe nocive e fioriture algali tossiche nel Mar Mediterraneo



Fonte: Redatto dall'HCMR sulla base di informazioni provenienti da STRATEGY e FATE e dallo studio di paese della Commissione europea e di Koray, 2002.

in base alla tipologia dei sintomi, come diarroiche (DSP, *Diarrhetic Shellfish Poisoning*), paralitiche (PSP, *Paralytic Shellfish Poisoning*) e amnesiche (ASP, *Amnesic Shellfish Poisoning*) (tabella 6.2). La figura 6.1 riporta la distribuzione per paese delle fioriture di alghe nocive e di biotossine algali contaminanti i frutti di mare nel Mar Mediterraneo.

6.3 Moria di pesci e contaminazione dei prodotti ittici

Una delle conseguenze più gravi è la mortalità di massa dei pesci, che si registra quando le fioriture di alghe nocive sono particolarmente tossiche. L'accumulo di tossine nei biota marini filtratori mette a repentaglio

Tabella 6.2 Problemi sanitari provocati dalle tossine algali nel Mediterraneo

Tossine STB	Specie responsabili	Tossina prodotta	Sintomi	Molluschi/pesci
PSP <i>Sindrome paralitica da molluschi</i>	<i>Alexandrium andersonii</i> <i>Alexandrium catenella</i> <i>Alexandrium minutum</i> <i>Alexandrium tamarense</i> <i>Gonyaulax spinifera</i> <i>Gymnodinium catenatum</i> <i>Pyrodinium bahamense</i>	Saxitossine	<ul style="list-style-type: none"> Potenzialmente letale; nei casi gravi il decesso si verifica nel giro di 24 ore Intorpidimento di bocca ed estremità, atassia, capogiro, sensazione di galleggiamento, cefalea, difficoltà di respirazione, paralisi, morte 	Mitili, cuori, molluschi bivalvi, capesante, ostriche, granchi, astici
DSP <i>Intossicazione diarroica da molluschi</i>	<i>Dinophysis acuminata</i> <i>Dinophysis acuta</i> <i>Dinophysis caudata</i> <i>Dinophysis fortii</i> <i>Dinophysis mitra</i> <i>Dinophysis rotundata</i> <i>Dinophysis sacculus</i> <i>Dinophysis tripos</i> <i>Dinophysis trypsos</i> <i>Gonyaulax grindley</i> <i>Prorocentrum cassubicum</i> <i>Prorocentrum lima</i>	Acido okadaico	<ul style="list-style-type: none"> Diarrea, nausea, vomito, crampi addominali e brividi 	Mitili, cuori, ostriche
ASP <i>Intossicazione amnesica da molluschi</i>	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> <i>Pseudo-nitzschia multiseriata</i> <i>Pseudo-nitzschia multistriata</i> <i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	Acido domoico	<ul style="list-style-type: none"> Potenzialmente letale entro le 24 ore dall'ingestione di molluschi contaminati Crampi addominali, diarrea, capogiri, cefalea, convulsioni, confusione, perdita della memoria a breve termine, paralisi 	Ostriche, molluschi bivalvi

Fonte: Hawkey J (ed.), 2003, AEA, 1999, www.bi.ku.dk/ioc/IOC_List.doc, Studio di paese della Commissione europea e Koray, 2002.

la salute dell'uomo, degli uccelli e dei mammiferi marini che si cibano di questi organismi. Nel 2001 non sono stati effettuati controlli sulle fioriture di alghe nocive negli allevamenti ittici in Spagna, Grecia e Italia (Anderson *et al.*, 2001). Sebbene si ritenga, in misura crescente, che l'acquacoltura possa contribuire allo sviluppo delle fioriture di alghe nocive, è disponibile al riguardo un numero limitato di studi che confermano l'esistenza di un nesso tra la frequenza di questi fenomeni e le attività umane. In pratica, nessuno è del tutto esente dal rischio di ingestione di biotossine provenienti da microscopiche alghe marine: basti pensare ai trasporti internazionali e all'aumento della distribuzione interstatale di prodotti ittici, nonché alla tendenza a viaggiare all'estero dei consumatori di questo genere di alimenti.

6.4 Cambiamenti negli ecosistemi

L'impatto sull'ecosistema delle specie algali nocive soggette a fioriture massicce è ancora poco noto. Per quanto ovvi possano apparire gli effetti negativi di questo fenomeno, le cause alla sua radice sono subdole e difficili da individuare. Tra le conseguenze negative osservate si annoverano:

- morie di pesci o mammiferi marini;
- accumulo di spiacevoli schiume e di materiale mucillaginoso sulle coste;
- colorazione delle acque;
- riduzione delle concentrazioni di ossigeno nelle acque profonde, innescata dalla degradazione delle alghe nocive.

Per comprendere questi effetti i ricercatori stanno cercando di descrivere i fattori che regolano la dinamica delle singole specie algali nocive e di capirne le caratteristiche fisiologiche, comportamentali e morfologiche nonché le loro modalità di interazione con le condizioni ambientali. Contemporaneamente, sono in corso studi sul trasporto di cisti resistenti tramite le acque di zavorra o attraverso l'introduzione/invasione lungo i canali (per esempio, il Canale di Suez – cfr. anche il NIS). La crescente minaccia posta da tali organismi è tra le priorità dell'Organizzazione marittima internazionale (OMI) dal 1973.

Riquadro 6.1 *Alexandrium* spp.- STRATEGY, un progetto di ricerca finanziato dall'UE

Il genere *Alexandrium* appartiene a un gruppo di dinoflagellati responsabili di numerose fioriture di alghe nocive nel Mar Mediterraneo (Garcés *et al.*, 2000). La ricerca di STRATEGY si concentra su tre specie di *Alexandrium*: *A. taylori*, *A. minutum* e *A. catenella*. Tra le aree di studio di STRATEGY (cfr. la figura 6.2) soltanto il litorale greco non era interessato dalle fioriture algali. Un altro interessante risultato della ricerca STRATEGY riguarda il ritrovamento di cisti quiescenti in porti con elevato tasso di sedimentazione, a suggerire una forma di trasporto attraverso le acque di zavorra.

Figura 6.2 Presenza di specie di *Alexandrium* e zone interessate dalle fioriture durante il primo periodo di campionamento (marzo–ottobre 2002) nel Mar Mediterraneo



Fonte: progetto STRATEGY.

6.5 Conseguenze a livello socioeconomico

Riquadro 6.2 Conseguenze a livello socioeconomico delle fioriture di alghe nocive – ECOHARM, un progetto di ricerca finanziato dall'UE

Todd (1993) attribuisce un impatto rilevante per la salute pubblica alle spese complessive necessarie per le cure sanitarie, i trasferimenti e la perdita di reddito imputabili a disturbi di salute dovuti alle alghe tossiche. Stando ai suoi calcoli, ogni caso segnalato di intossicazione da DSP costa 1 462 EUR e ogni caso segnalato di intossicazione da PSP produce una spesa di 1 154 EUR. Per valutare l'impatto socioeconomico delle fioriture di alghe nocive sono stati esaminati studi di casi di ECOHARM, condotti nell'estate 2003, e dati sull'acquacoltura di mitili raccolti dalla FAO dal 1984 al 2001. In base ai risultati riferiti ai tre paesi del Mediterraneo analizzati (Grecia, Italia e Spagna), ottenuti grazie alle informazioni disponibili sugli episodi di bloom algali e sui casi di malattia segnalati dal 1989 al 1998, si evince che le conseguenze generali a livello socioeconomico delle fioriture di alghe nocive equivalgono a circa 329 Mio EUR all'anno.

Fonte: ECOHARM, <http://www.bom.hik.se/ECOHARM/>.

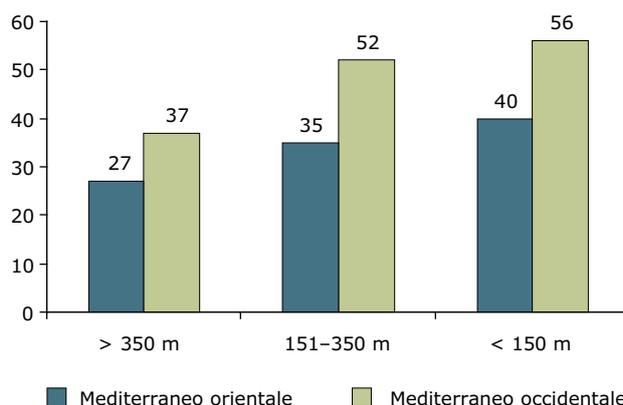
7 Argomento specifico: cambiamenti degli ecosistemi correlati a pratiche di pesca non sostenibili

7.1 L'approccio basato sugli ecosistemi nell'industria della pesca

Negli ultimi 15 anni un interesse diffuso per l'impatto ambientale prodotto dalle attività alieutiche, in particolare per gli effetti a carico degli ecosistemi, ha stimolato un'intensa attività di ricerca. Non sono soltanto gli stock ittici a dover essere protetti, bensì l'intero ambiente in cui vivono. Da una serie di studi recenti è emerso che la pesca intensiva provoca gravi danni a tutti i livelli dell'organizzazione biologica della vita marina (popolazione, comunità ed ecosistema).

Nel Mediterraneo le attività di pesca sono aumentate del 48% dal 1970, con un incremento dello sfruttamento sia degli stock demersali (che vivono in prossimità del fondo marino) sia dei grossi stock pelagici come tonni e pesce spada (figura 7.1). La generale tendenza all'aumento delle catture di molte specie, registrata fino a circa dieci anni fa, fa pensare che, forse, il reclutamento di giovani pesci è stato involontariamente mantenuto invariato, nonostante la pesca intensiva dei demersali e l'assenza di controlli sulle quote. Nonostante ciò, le tendenze di breve termine registrate negli ultimi dieci anni mostrano un quadro generale di sfruttamento totale o sovrasfruttamento della maggior parte delle popolazioni demersali e di molluschi.

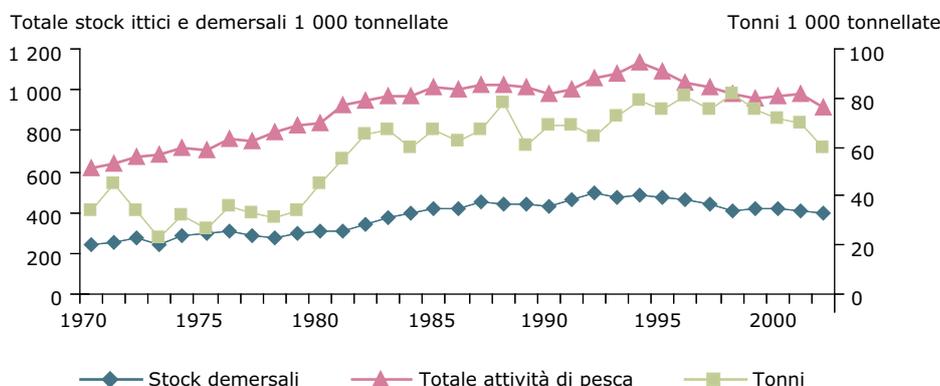
Figura 7.2 Andamento dei tassi di rigetto in % (rigetto di biomassa rispetto alle catture totali) e profondità di pesca



Fonte: HCMR in base a Vassilopoulou e Papaconstantinou, 1998; Carbonell *et al.*, 1998.

Alla luce dei risultati del programma MEDITS ⁽¹⁾, Bertrand *et al.*, (2002) sono giunti alla conclusione che l'eccessivo sfruttamento delle risorse alieutiche ha comportato un grave impoverimento di numerosi stock ittici.

Figura 7.1 Andamento della produzione dell'attività di pesca



Fonte: HCMR in base a FAO FISHSTAT PLUS, 2004a.

⁽¹⁾ Finanziato dall'UE in Francia, Grecia, Italia e Spagna dal 1994 per lo svolgimento di periodiche ricerche standard sulla pesca da traino lungo le piattaforme settentrionali del Mediterraneo.

7.2 Perdita di biodiversità: il problema dei rigetti

Una delle principali conseguenze della pesca sull'ecosistema marino è legata al fatto che le pratiche aleutiche producono materiale di rigetto.

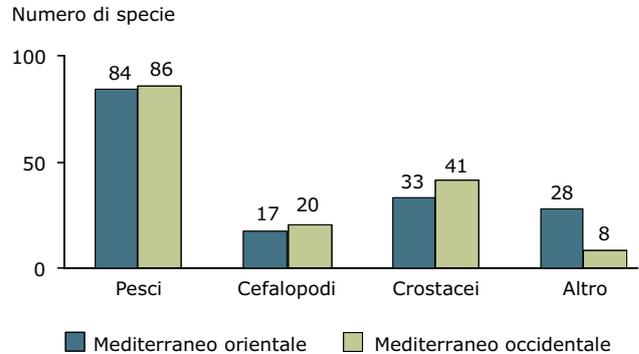
I tassi di rigetto variano a seconda della profondità di pesca (figura 7.2), delle attrezzature da pesca utilizzate (dimensioni delle maglie) e delle specie bersaglio (complesso di specie). Tuttavia, analizzando i rigetti prodotti dalla pesca a strascico d'alto mare (250–750 m), D'Onghia *et al.*, (2003) hanno calcolato che i tassi di rigetto sono aumentati in base alle catture totali e alla profondità di pesca. La composizione delle specie dei rigetti nel Mediterraneo e il numero di animali rigettati variano a seconda della zona di pesca (fascia orientale e fascia occidentale) (figura 7.3). Una differenza, tuttavia, che può essere imputata anche alla carenza di dati.

Gli effetti della pesca al traino sulla biodiversità delle specie e degli habitat non bersaglio sono aspetti prioritari, perché in molti casi è stata documentata una perdita di biodiversità.

Nelle zone di pesca profonde, come i biotopi di scampi e gamberi rossi, la perdita di biodiversità ha raggiunto livelli critici (figura 7.4). Basti pensare che, su 162 specie catturate con la rete a strascico (Mediterraneo orientale), 2 erano specie bersaglio, 34 erano catture accessorie di valore commerciale variabile e le rimanenti 126 erano specie indesiderate (D'Onghia *et al.*, 2003). È tipico che tra le specie non desiderate rigettate prevalgano taxa sensibili come madreporari (*Caryophyllia smithii*, *Desmophyllum cristagalli*), penne di mare (*Funiculina quadrangularis*, *Pennatulula rubra*, *Kophobelemnion leucarti*), gorgonie (*Isidella elongata*) e alcionari (*Alcyonium palmatum*).

Le perturbazioni fisiche dei fondali marini provocate dallo strascico delle attrezzature di pesca possono innescare modificazioni di lungo termine agli habitat

Figura 7.4 Composizione qualitativa delle cale per scampi e gamberi nelle zone di pesca in acque profonde nel Mediterraneo

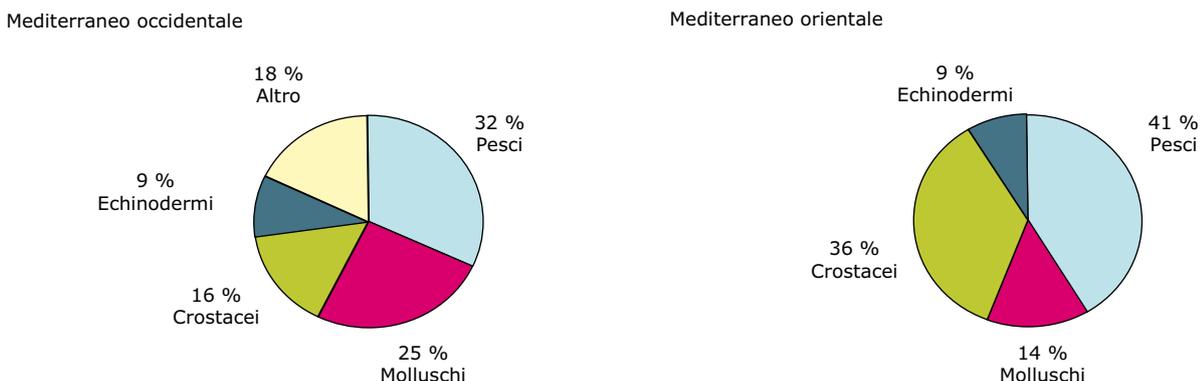


Fonte: HCMR in base a D'Onghia *et al.*, 2003 (Mediterraneo orientale) e Sartor *et al.*, 2003 (Mediterraneo occidentale).

delicati, con danni a carico del numero e della diversità degli organismi che vivono in queste zone. Una recente relazione preparata da M. Gianni per WWF, IUCN e NRDC, intitolata, "High Seas Bottom Fisheries and their Impact on the Biodiversity of Vulnerable Deep-Sea Ecosystems", evidenzia che "alcune specie, come coralli e spugne, sono particolarmente sensibili a queste perturbazioni. Gli ecosistemi delle profondità marine, come le scogliere coralline di acqua fredda, possono essere distrutti da un solo traino. È tempo che la comunità internazionale intervenga prima che vengano completamente distrutti" (Gianni, 2004).

- Un problema cruciale è la frequente distruzione delle praterie di *Posidonia* in seguito ad attività illecite di pesca con buttafuori oltre che con reti a strascico divergenti. Un recente studio realizzato nel Mediterraneo occidentale ha registrato una distruzione del 10% del manto delle praterie sottomarine danneggiate e soltanto del 3,5% delle praterie dense (Ardizzone, *et al.*, 2000; UNEP, RAC/SPA, 2003).

Figura 7.3 Composizione delle specie rigettate a seguito di attività di pesca a strascico a una profondità di 150–400 m nel Mar Mediterraneo



Fonte: HCMR in base a D'Onghia *et al.*, 2003 (Mediterraneo orientale) e Sartor *et al.*, 2003 (Mediterraneo occidentale).

- I letti di maërl ben conservati (foto 7.1) sono siti con una ricca diversità, che favoriscono un'elevata produzione macrobentonica secondaria. Si tratta di siti che possono diventare importanti per le specie di interesse commerciale. Un'elevata pressione della pesca a strascico nelle zone di maërl può avere ripercussioni negative sulle comunità che le popolano, perché danneggia le colonie di rodoliti diminuendone l'estensione e, di conseguenza, pregiudicando i biota a queste associati. Indirettamente, queste attività possono contribuire a intensificare fenomeni quali l'interramento e la torpidità (Bordehore *et al.*, 2003).

7.3 Cambiamenti della struttura delle popolazioni ittiche

Negli stock demersali nel Mediterraneo prevale il novellame, che può essere indicativo di un'elevata pressione delle attività alieutiche.

Tra gli studi condotti su questo fenomeno si annoverano:

- Uno studio sulla dinamica di popolazione del nasello (*Merluccius merluccius*), sfruttato con due diversi tipi di reti a strascico (ossia, la tradizionale rete italiana e la cosiddetta rete "francese") nel Tirreno settentrionale, ha rivelato che le distribuzioni della frequenza di lunghezza degli sbarchi per le due attrezzature consisteva perlopiù di classi di dimensioni inferiori rispetto ai primi riproduttori (Reale *et al.*, 1995).
- La prevalenza del novellame nei campioni MEDITS di triglie (*Mullus barbatus*) e triglie di scoglio (*Mullus surmuletus*) rende gli stock ittici estremamente vulnerabili ai cambiamenti di reclutamento. Per proteggerli, quindi, sembra fondamentale garantire la tutela delle zone di riproduzione e delle zone di crescita ("nursery") (Tserpes *et al.*, 2002).
- La piramide di età delle popolazioni di rombo quattrocchi (*Lepidorhombus boscii*) e di linguatola (*Citharus linguatula*) ha mostrato che le popolazioni campionate consistevano per lo più di esemplari giovani (Sartor *et al.*, 2002). juveniles (Sartor *et al.*, 2002).

UNEP, RAC/SPA (2003) ha notato: "Le popolazioni demersali, quindi, sono sovrasfruttate; le zone di acqua bassa (entro il limite di 3 miglia dalla costa o sui fondali di profondità inferiore ai 50 m, a seconda del paese) sono illecitamente utilizzate per la pesca a strascico, per la quale vengono illecitamente utilizzate reti a maglie di piccole dimensioni. L'uso illecito di reti con maglie di piccole dimensioni nel sacco è senz'altro una pratica diffusa tra molte attività di pesca artigianali, ma scarsamente registrata in letteratura. Per l'interesse tradizionalmente elevato verso i pesci di piccole dimensioni, in alcune zone in cui si pratica la pesca con reti a strascico si registrano stagionalmente catture massicce di pesci sottotaglia. Si pensi, per esempio, alla famosa cattura in

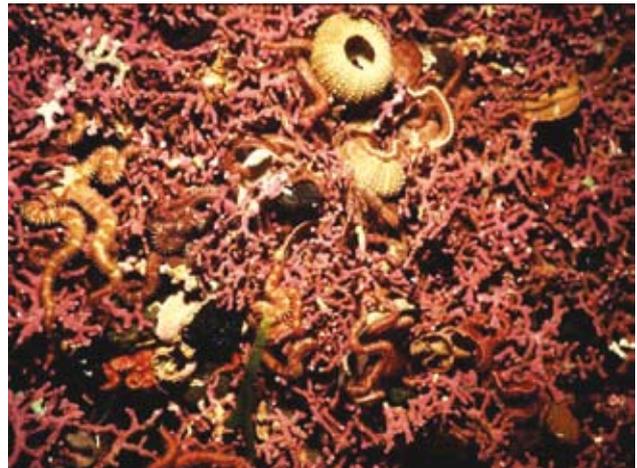


Photo 7.1: Letti di maërl.

Fonte: http://www.marlin.ac.uk/baski/image_viewer.asp?images=phycal&topic=Species.

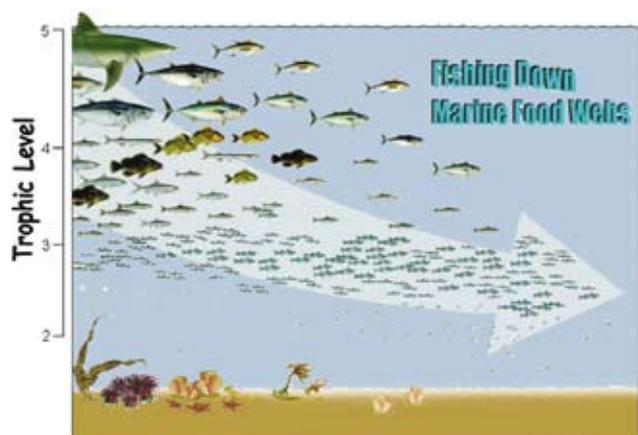
quantità massicce di triglie sottotaglia condotta in autunno nei fondali bassi del Golfo di Leone o nel Mar Adriatico."

La rete trofica marina

Poiché la pesca eccessiva riduce le popolazioni di pesci di più grosse dimensioni, che sono i più preziosi e che si trovano ai più alti livelli trofici - come i piscivori (pesci che si cibano di altri pesci) -, gli sbarchi di pesci situati più a valle nella rete trofica, come gli zooplanctivori (pesci che si nutrono di zooplancton), rappresentano una porzione maggiore dell'intero pescato. Questo è un segnale dell'impatto negativo prodotto dalle attività di pesca sull'intero ecosistema, un fenomeno che è stato denominato "fishing down marine food webs" (figura 7.5). I primi a raccoglierne le prove sono stati Pauly *et al.*, (1998); al giorno d'oggi il fenomeno si è esteso a numerose zone di pesca in tutto il mondo.

- Secondo le statistiche della FAO relative alla pesca, il livello trofico medio del pescato nel Mediterraneo

Figura 7.5 Diminuzione nei livelli della rete trofica marina



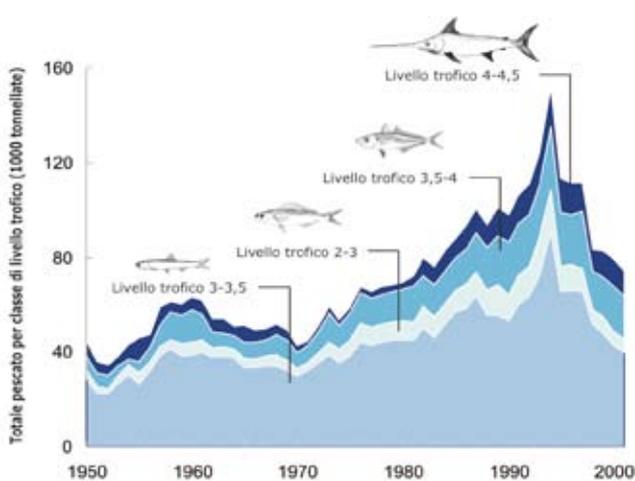
Fonte: Grafica di Daniel Pauly, originale di Rachel Atanaceo.

è diminuito di circa un livello trofico negli ultimi 50 anni (Pauly *et al.*, 1998). Per esempio, nelle acque elleniche il livello trofico medio del pescato è diminuito alla fine degli anni 1990 (Figura 7.6).

Un semplice indicatore che può essere ottenuto dalle statistiche commerciali come parametro dello stato della comunità ittica è il rapporto tra piccole specie pelagiche e specie demersali (rapporto P/D) nelle catture. Il rapporto P/D per i mari semichiusi

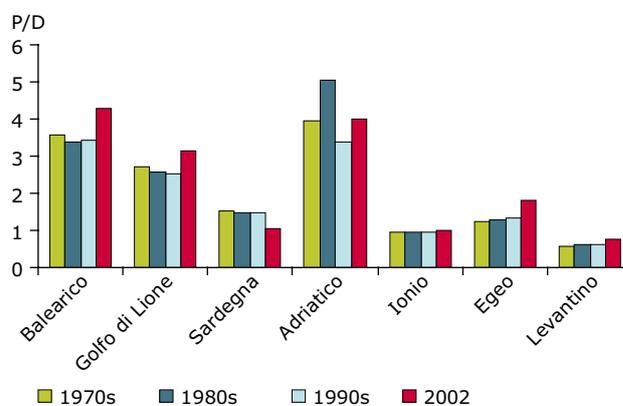
dell'Europa è compreso tra poco più di 1:1 per i bacini oligotrofici o poveri di nutrienti come il Mediterraneo e tra 2:1 e 5:1 nel Mare del Nord fino a oltre 10:1 nei bacini chiusi (De Leiva Moreno *et al.*, 2000). Dall'analisi dell'impatto sulle risorse ittiche prodotto negli ultimi 30 anni, è stato riscontrato un evidente modello spaziale dal Mediterraneo orientale oligotrofico (Mar di Levante, Ionio ed Egeo) al bacino occidentale, con livelli moderati di disponibilità di nutrienti (Golfo di Leone e Mar Balearico) (figura 7.7).

Figura 7.6 Cambiamenti di lungo termine nel pescato nelle acque elleniche aggregati per quattro classi di livello trofico



Fonte: Stergiou e Koulouris, 2000.

Figura 7.7 Andamento del rapporto (medio) di catture di pelagici/ demersali nel 1970-2002 nel Mediterraneo



Nota: 1970, 1980 e 1990 = valori medi delle catture per decennio.

2002 = valore delle catture nel 2002.

Catture: pesce catturato e sbarcato.

Fonte: HCMR sulla base di FAO FISHSTAT Plus, 2004a e di De

8 Argomento specifico: cambiamenti degli ecosistemi correlati allo sviluppo dell'acquacoltura

Di recente l'acquacoltura è divenuto l'unico comparto dell'industria alieutica nella Comunità europea a far registrare un aumento dell'occupazione. Si tratta di un settore che occupa a tempo pieno circa 60 000 persone, in prevalenza nelle zone costiere e rurali (Fischler, 1999). Nel Mediterraneo la produzione da acquacoltura è aumentata complessivamente dalle 19 997 tonnellate del 1970 alle 339 185 tonnellate del 2002 (figura 8.1).

Tuttavia, la recente espansione di questo comparto è stata spesso associata a una pubblicità negativa. Il fatto che l'acquacoltura sia praticata perlopiù nella fascia costiera, dove la biodiversità è elevata e le pressioni esercitate dall'uomo sono in aumento, ha aggravato l'intensità dei potenziali impatti di tale attività.

Soltanto in rari casi è stato applicato all'acquacoltura un approccio integrato che tenesse conto dei diversi ecosistemi. La maggior parte degli studi è stata condotta a livello locale, ossia di singola azienda. Gli effetti su scala locale sono quindi ben documentati, mentre quelli a livello di ecosistema rimangono sconosciuti. Le attività di valutazione degli effetti a questo livello sono ostacolate dall'enorme differenza di sensibilità e capacità di assimilazione dei vari ecosistemi. Inoltre, è difficile trarre conclusioni, poiché l'impatto dell'acquacoltura dipende dalle specie, dal metodo colturale, dalla densità degli stock ittici, dal tipo di mangimi utilizzati e dall'idrografia del sito nonché dalle pratiche di acquacoltura.

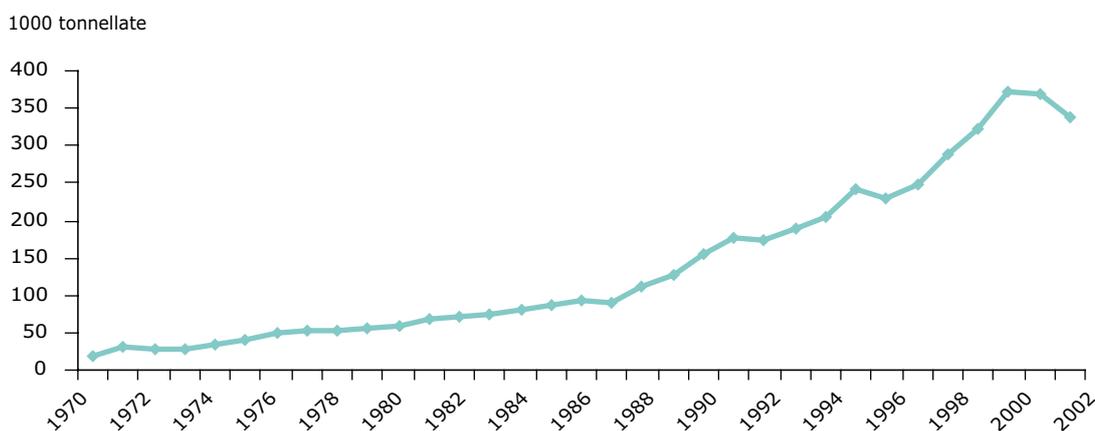
In generale, l'allevamento di pesci a pinne e molluschi è considerato una minaccia per l'ambiente marino, poiché è potenzialmente inquinante e può scatenare conflitti con altri utenti. Nel Mediterraneo tali minacce devono essere considerate come potenziali, essendo state raccolte prove dirette soltanto limitate dell'impatto di questa attività. Si deve tuttavia sottolineare che la mancanza di una conferma scientifica dell'impatto percepito non è sufficiente a ridurne l'importanza potenziale (Gowen *et al.*, 1990). Secondo l'UNEP/PAM/MEDPOL, l'acquacoltura intensiva è "indubbiamente una pratica di allevamento preoccupante per il Mediterraneo" (UNEP/PAM/MEDPOL, 2004).

8.1 Aspetti principali dell'impatto dell'acquacoltura

Eutrofizzazione ⇒ un nesso non chiaramente dimostrato

I pochi studi condotti sul pericolo dell'eutrofizzazione nel Mediterraneo hanno prodotto risultati contrastanti, che non consentono di trarre conclusioni definitive. Si sostiene che i quantitativi di nutrienti (fosforo e azoto) rilasciati dall'acquacoltura sono irrilevanti rispetto agli scarichi complessivi prodotti dalle attività umane (si calcola che i carichi di fosforo e azoto rilasciati nel Mediterraneo a causa delle attività agricole ammontano, rispettivamente, a 976 000 t/a e 1 570 000 t/a, rispetto alle 394 t/a e alle 8 678 t/a attribuite all'acquacoltura (Izzo, 2001)). Tuttavia, l'immissione di nutrienti provenienti dall'acquacoltura intensiva rappresenta

Figura 8.1 Produzione da acquacoltura (marina e salmastra; in migliaia di tonnellate) nel periodo 1970–2002 nel Mar Mediterraneo



Fonte: HCMR sulla base di FAO FISHSTAT PLUS, 2004b.

spesso un fenomeno localizzato in acque povere di nutrienti, dove l'impatto può essere significativo (UNEP/PAM/MEDPOL, 2004)

Arricchimento organico dei sedimenti: un impatto limitato a livello spaziale

L'effetto più noto della piscicoltura è l'arricchimento dell'ambiente bentonico, ossia un aumento del contenuto organico dei sedimenti sotto le gabbie. Il deposito di materiale organico particolato (materiale fecale e mangime non consumato) nelle immediate vicinanze dell'impianto determina un aumento della domanda di ossigeno, una condizione questa che sfocia spesso in metabolismo anaerobico e anossia. La gravità dell'impatto dipende dal sito ed è correlata ad attributi locali come la profondità, le condizioni idrografiche, la qualità dell'acqua ambientale e la geomorfologia (tipo di sedimento). In genere si tratta di un impatto limitato sul piano sia temporale che spaziale e il recupero, una volta cessate le operazioni, può essere rapido (tra i 3 e i 10 mesi). Nel caso degli impianti di acquacoltura marina il tempo necessario per il ripristino dello stato iniziale è 10 volte inferiore rispetto ai danni provocati dagli scarichi industriali e urbani (Johnson e Frid, 1995).

L'aumento dei depositi organici può anche avere risvolti positivi, come il richiamo di nuove specie. L'impatto relativamente modesto dell'arricchimento organico dei fondali marini è stato attribuito, per quanto concerne i dati del Mar Mediterraneo, al consumo di materiale organico da parte di specie demersali e invertebrati (McDougall e Black, 1999). Le riprese video subacquee realizzate al di sotto degli allevamenti ittici nel Mediterraneo occidentale e orientale hanno confermato la presenza di diverse specie di pesci selvatici raccolti sotto le gabbie degli impianti durante l'orario di distribuzione del mangime. Risultati preliminari simili provenienti da Israele suggeriscono che le gabbie possono attrarre branchi di individui della stessa specie che si cibano di alghe incrostanti e materiale organico di scarto.

Da ricerche effettuate in Grecia è emerso che la generale abbondanza di assembramenti di pesci è aumentata di quattro volte e che il livello trofico medio delle comunità ittiche è cresciuto da 3,59 a 3,79 dopo l'introduzione delle piscicoltura in acque oligotrofiche (Machias *et al.*, 2004).



Foto 8.1: Prateria sottomarina.

Fonte: N. Krstulovic e G. Kuspilic, Istituto di Oceanografia e Pesca, Spalato, Croazia, 2003.

Cambiamenti della diversità ⇒ riduzione dell'abbondanza, della diversità e della biomassa di macrofauna e flora, nonché dell'abbondanza e della diversità della meiofauna

I principali effetti potenziali dell'acquacoltura sulla biodiversità degli ecosistemi sono rappresentati dalla mortalità delle grosse specie bentoniche, dal deterioramento delle praterie marine e dalle alterazioni dello stato trofico dei grandi corpi acquatici. Tuttavia, le conseguenze gravi sono in genere limitate alla zona interessata, vale a dire al massimo qualche centinaio di metri e, al cessare delle attività, il recupero dell'ecosistema locale è possibile, sia pur lentamente.

Salute degli ecosistemi ⇒ probabile deterioramento

Attualmente, la maggior parte degli effetti della piscicoltura scientificamente dimostrati si produce sulla macrofauna di invertebrati nelle zone in prossimità e sottostanti gli impianti. L'eliminazione locale della macrofauna, pur essendo rilevante dal punto di vista ecologico, difficilmente può provocare l'estinzione di queste specie o arrecare danni significativi a più ampio raggio a carico di queste popolazioni.

In conseguenza delle attività di piscicoltura sono stati documentati cambiamenti della componente microbica della comunità bentonica (Tabella 8.1).

Tabella 8.1 Impatti della piscicoltura sulle specie meiobentoniche

Area	Impatto	Fonte
Mediterraneo orientale	Aumento di 4-28 volte delle densità microbiche del sedimento in prossimità delle gabbie	Karakassis <i>et al.</i> , 2000
Mar Tirreno	Rapido aumento della densità delle comunità batteriche e microbiche aerobiche di <i>Vibrio</i> spp. dopo il dislocamento di una gabbia di piscicoltura.	La Rosa <i>et al.</i> , 2004
Mediterraneo nordoccidentale	Aumento dell'abbondanza batterica	La Rosa <i>et al.</i> , 2004

Riquadro 8.1 Effetti cronici devastanti sulle praterie sottomarine

La vicinanza delle praterie sottomarine agli impianti di piscicoltura rappresenta una grave minaccia per l'integrità di queste comunità, che sono degli ecosistemi fondamentali dell'ambiente marino del Mediterraneo e rivestono un ruolo importante per la riproduzione e il reclutamento di vari organismi marini. È stato dimostrato che le praterie marine sono state gravemente danneggiate, se non completamente distrutte, a causa delle attività di piscicoltura nella Baia di Fornells a Minorca, nelle Isole Baleari (Delgado *et al.*, 1999). In questa zona non ci sono stati segni di recupero per almeno tre anni dalla cessazione delle attività di acquacoltura.

Si riporta di seguito una serie di altri casi documentati:

- *Mediterraneo occidentale, Spagna sudorientale*: diminuzione delle dimensioni dei germogli, del numero di foglie per germoglio e del tasso di crescita delle foglie nel 53% delle praterie (Ruiz *et al.*, 2001).
- *Mediterraneo occidentale, Corsica*: diminuzione della densità dei germogli da 466 (stazione di riferimento) a 108 per m² nel sito interessato (Cancemi *et al.*, 2003).
- *Mediterraneo occidentale, Sardegna*: scomparsa delle praterie sotto le gabbie (Pergent *et al.*, 1999).
- *Mediterraneo centrale, Malta*: serie di cambiamenti a carico degli ecosistemi delle praterie sottomarine (Dimech *et al.*, 2002).
- *Mediterraneo orientale, Croazia*: scomparsa quasi totale dei letti al di sotto delle gabbie e loro regressione nell'intera baia (Katavic e Antolic, 1999).

Riquadro 8.2 Studio di caso: effetti combinati dell'allevamento del tonno

L'allevamento del tonno (in particolare, il ranching del tonno rosso per l'ingrasso) è un'attività che rappresenta più di una minaccia per l'ambiente marino e può essere addotta come esempio di una serie di potenziali impatti negativi dell'acquacoltura sugli ecosistemi marini. Tra gli impatti rilevati si annoverano:

- l'inquinamento a livello locale, se l'attività non è situata in mare aperto;
- l'impoverimento delle risorse (l'industria dell'allevamento del tonno dipende attualmente dalla cattura di pesci selvatici, con un aumento incontrollato della domanda);
- l'impatto sugli stock di piccoli pelagici che vengono utilizzati per ingrassare i tonni.

L'allevamento dei tonni in gabbie è al centro di accesi dibattiti in Croazia (NDA, Croazia, 2003). Il degrado della comunità bentonica al di sotto delle gabbie è stato documentato in tutti gli impianti, unitamente a effetti avversi sulla colonna d'acqua e sui sedimenti. Si discute inoltre da tempo del potenziale impatto della rimozione degli avannotti (di branzino, orata e *Mugilidae* spp.) per soddisfare le esigenze alimentari dell'acquacoltura, soprattutto in Egitto. Tuttavia, poiché l'industria dipende sempre più dai pesci minuti allevati in incubatori, questa pratica non è considerata rischiosa. La CICTA (Convenzione internazionale per la conservazione dei tonni dell'Atlantico) e la CGPM (commissione generale per la pesca nel Mediterraneo) stanno creando un gruppo di lavoro con l'incarico di studiare il problema dell'allevamento del tonno rosso. Le due commissioni mirano a elaborare linee guida pratiche per la raccolta di riproduttori di tonni usati per la produzione di avannotti, per la gestione degli allevamenti di tonno e per delineare i potenziali problemi ambientali, sociali ed economici.

- Studi condotti nelle aree sottostanti gli allevamenti di molluschi hanno prodotto risultati simili a quelli raccolti per la piscicoltura, con un aumento delle densità di assembramenti microbici. È stato dimostrato, tuttavia, che gli allevamenti di molluschi producono effetti nettamente meno gravi rispetto agli impianti di piscicoltura.
- Gli studi condotti nell'Adriatico suggeriscono che gli allevamenti di molluschi non alterano in maniera significativa l'ecosistema marino, se si utilizzano come parametri di valutazione le comunità bentoniche, microbiche e di meiofauna nonché i parametri biochimici (Danovaro *et al.*, 2004).

Medicinali e sostanze chimiche ⇒ nessun nesso evidente; necessario il monitoraggio

Una pratica diffusa in piscicoltura è l'utilizzo di una serie di sostanze chimiche organiche e di farmaci per la prevenzione e la cura delle malattie e la disinfezione nonché l'uso di metalli come disincrostanti. Queste sostanze possono rappresentare una grave minaccia per l'ambiente. Per il momento mancano studi adeguati condotti nel Mediterraneo, soprattutto di lungo termine e su vasta scala.

Stando a una relazione dell'UNEP/PAM/MEDPOL, "attualmente è impossibile" persino "la compilazione di un elenco quantitativo completo delle sostanze chimiche utilizzate nella maricoltura nel Mediterraneo".

Trasferimento di parassiti e malattie ⇒ nessun nesso evidente; necessario il monitoraggio

Finora non sono stati rilevati impatti riconducibili all'uso di queste sostanze nel Mediterraneo (IUCN, 2004).

Fuga di specie da allevamenti/OGM ⇒ nessun nesso evidente; necessario il monitoraggio

Questo aspetto non è problematico per il Mediterraneo, perché in questa zona non sono stati rilevati effetti negativi ad esso collegati.

Tuttavia, le organizzazioni ICES e CIESM hanno avviato un'azione congiunta per esaminare il fenomeno a livello paneuropeo, utilizzando un approccio di tipo precauzionale.

Altri utenti dell'area costiera ⇒ impatto sul turismo

Turismo e acquacoltura marina sono due attività tra loro incompatibili, come dimostrano gli esempi di Cipro e Croazia. Per mitigare il problema si raccomanda vivamente di adottare un approccio integrato nella pianificazione della gestione delle zone costiere. In entrambi questi paesi l'attuazione dell'ICZM (gestione integrata delle zone costiere) ha ridotto l'impatto delle attività di acquacoltura mal pianificate in prossimità di zone di importanza turistica (Stephanou, 1997; NDA Croazia, 2003).

9 Argomento specifico: stato della qualità ecologica nelle zone costiere

In occasione della loro 12^a riunione, tenutasi a Monaco nel novembre 2001, le parti contraenti della convenzione di Barcellona hanno chiesto al programma MED POL di rivedere e creare un insieme di indicatori dell'inquinamento marino, in collaborazione con il Blue Plan, l'AEA, il centro di ricerca UNIDO-ICS e altri organismi e organizzazioni competenti (UNEP/PAM, 2003b). In base alle linee guida per lo sviluppo dello stato ecologico e agli indicatori di riduzione dello stress (UNEP/PAM, 2003c), oltre che alle conclusioni del workshop sugli indicatori rilevanti dell'inquinamento marino (MPI) (UNEP/PAM, 2005), tra gli indicatori biologici proposti del sistema principale di indicatori MPI, che adotta il modello DPSIR, sono compresi i seguenti:

- numero di specie esotiche (tutti i taxa) (cfr. il capitolo 5) (impatto);
- presenza e diffusione di macrofiti bentonici (vulnerabili/opportunistici) (stato);
- presenza/abbondanza di specie/taxa zoobentonici vulnerabili/opportunistici (stato);
- diversità delle comunità (zoobenthos/fitobenthos) (stato);
- indici biotici;
- indice di valutazione ecologica basato sui macrofiti (EEI) — non considerato nella presente relazione (stato);
- indice della qualità ecologica basato sugli zoobenthos (BENTIX) (stato).

La ROAD MAP proposta dall'UNEP/PAM nel breve termine (2004–2006) comprende:

- a) la creazione di fogli metodologici per ciascuno degli indicatori summenzionati, in modo da garantire una corrispondenza con i fogli già creati da organizzazioni correlate;
- b) realizzazione di una procedura d'esame in alcuni Stati del Mediterraneo. L'invasione di specie esotiche, essendo uno dei principali problemi del Mediterraneo, è trattata separatamente (capitolo 5).

Si rammenta che il sistema proposto è una delle possibili soluzioni, dal momento che il dibattito sugli indicatori è ancora aperto.

9.1 Presenza e diffusione di macrofiti bentonici (vulnerabili/opportunistici)

Molta attenzione è stata rivolta alla presenza e diffusione di macrofiti bentonici (vulnerabili/

opportunistici). Nell'UNEP/MAP è incluso un piano d'azione specifico intitolato "Vegetazione marina del Mediterraneo". In alcuni progetti di monitoraggio dei paesi dell'UE (per esempio, la Francia) vengono già utilizzate le praterie sottomarine. Inoltre, nella convenzione di Barcellona vengono annoverate tra le specie minacciate di estinzione anche *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* e le alghe brune del genere *Cystoseira*.

Messaggi chiave

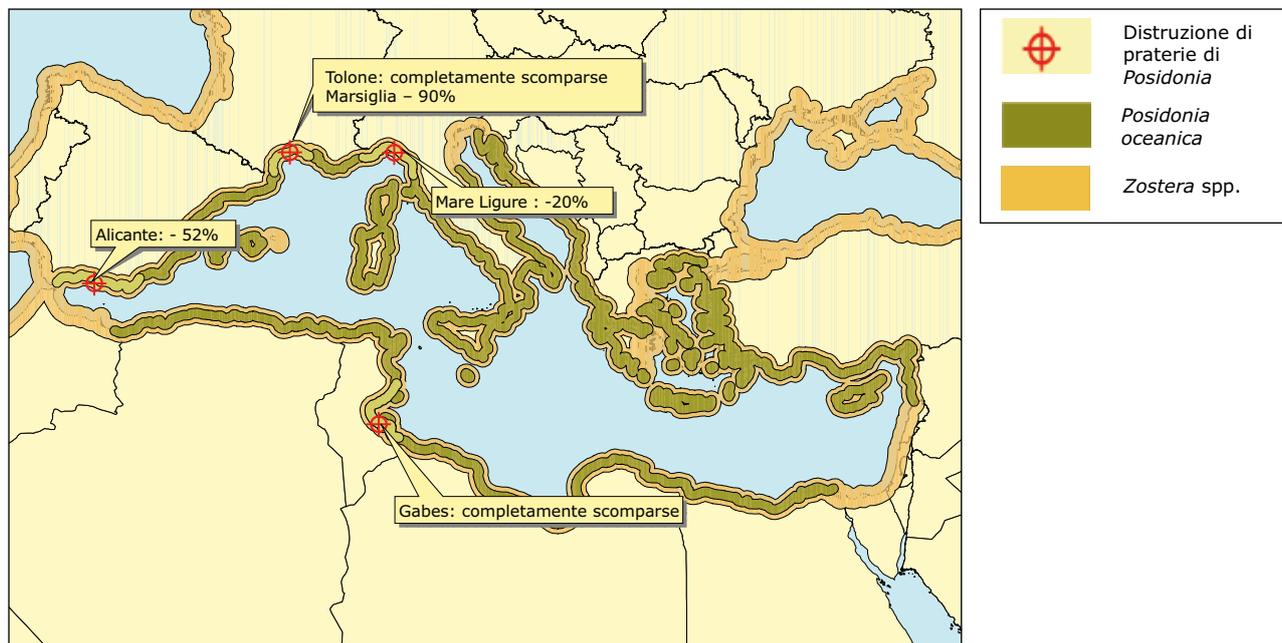
- La presenza di macrofiti bentonici vulnerabili è indice di una buona qualità ecologica.
- La profondità limite di distribuzione e la densità radicale delle alghe radicate sono utilizzate con successo per la valutazione dello status o dei cambiamenti della qualità ecologica.
- La presenza di macrofiti bentonici opportunistici (come alcune macroalghe di recente introduzione) può essere indice di degrado ambientale.

I macrofiti bentonici sono un elemento biologico comune lungo la linea costiera del Mediterraneo. Le comunità di *Cystoseira*, così come le praterie di *Posidonia*, sono le principali nicchie di biodiversità nelle acque poco profonde. Queste comunità, che si sviluppano preferibilmente in zone comprese tra il livello superficiale e una profondità massima di 10 m, sono spesso esposte all'inquinamento della zona intertidale. L'esempio classico è quello di *Posidonia oceanica*, una delle specie fondamentali della regione mediterranea. La sua popolazione viene quindi monitorata tra le "Popolazioni delle principali specie, comprese quelle protette". La figura 9.1 illustra il deterioramento delle praterie di *Posidonia* attribuibile all'impatto antropogenico nel Mediterraneo.

Non mancano i segnali di un miglioramento delle praterie (nel 1990 il 50% dei siti era in regressione; dal 1990 al 1993 la percentuale era scesa al 27%, mentre il 46% delle praterie faceva registrare una situazione di stabilità e il 27% una progressione), dovuto all'ottimizzazione del trattamento delle acque reflue lungo il litorale francese del Mediterraneo e all'introduzione di una normativa specifica per la tutela diretta della *Posidonia oceanica* (dal 1988).

Nonostante *Caulerpa racemosa* sia una specie altamente invasiva, non sono stati condotti progetti di ricerca su vasta scala volti a descriverne l'espansione (tabella 9.1, figura 9.2). Aranda (2004) riferisce la presenza di *Caulerpa racemosa* nella zona di Valencia (costa spagnola). Nel 1999, nella provincia di Castellón, circa

Figura 9.1 Distribuzione delle alghe marine *Posidonia oceanica* e *Zostera spp.* nel Mediterraneo



Fonte: AEA, 2004a.

Tabella 9.1 Prime segnalazioni di *Caulerpa racemosa* nei paesi del Mediterraneo

 Albania 1995	 Libano 1931*
 Croazia 2000	 Libia 1991
 Cipro 1999	 Malta 1999
 Egitto 1950*	 Striscia di Gaza 1941*
 Francia 2000	 Spagna 1999
 Grecia 1994	 Siria 1957*
 Israele 1960*	 Tunisia 1926*
 Italia 1993	 Turchia 1976*

Nota: *citata come *Caulerpa racemosa* (forma *lamourouxii*).

Fonte: HCMR in base a: Piazzi *et al.*, in corso di pubblicazione, www.caulerpa.org.

3 km² di fondale erano coperti da *Caulerpa racemosa*. Nel 2000 questa specie è stata trovata ad Alicante, mentre uno studio realizzato nel 2002 ha messo in evidenza che questa specie occupava 10 km² di fondale lungo una fascia costiera di 18 km. Nel 2002 questa specie è stata rinvenuta anche a Sagundo (Valencia) e nel 2003 a Tabarca (parco marino), dove aveva invaso 3 000 m² di fondale.

9.2 Presenza/abbondanza di specie/ taxa zoobentonici vulnerabili/ opportunistici

Messaggi chiave

- La presenza di taxa vulnerabili è un indice affidabile della salute degli ecosistemi.
- La prevalenza di specie/taxa tolleranti è proporzionale al grado di perturbazione.

9.3 Indice di diversità della comunità (H) in base agli zoobenthos

L'indice di Shannon-Wiener (H) è un indice di diversità ampiamente usato e testato in ambienti diversi. L'uso e l'interpretazione di questo indice, tuttavia, sono stati a lungo dibattuti. L'indice dipende dalla dimensione dei campioni, dall'esercizio condotto e dal tipo di habitat. Idealmente, dovrebbe riferirsi a una superficie di campionamento standard. In base

Figura 9.2 Ritrovamenti di *Caulerpa racemosa* nel Mar Mediterraneo

Fonte: HCMR in base a: Piazzi *et al.*, in corso di pubblicazione, www.caulerpa.org, UNEP/PAM, 2004a.

Riquadro 9.1 Mortalità di specie chiave di spugne

La moria di massa degli invertebrati marini non è un'evenienza rara nel Mediterraneo. Nell'estate del 1999 è stata registrata una moria di spugne nel Mediterraneo nordoccidentale. L'area colpita si estendeva dall'Isola d'Elba in Italia alla Baia di Marsiglia in Francia. Tutte le altre regioni del Mediterraneo nordoccidentale sembravano essere state risparmiate da questo fenomeno (www.biomareweb.org). Tuttavia, episodi di mortalità sono stati riferiti nei mesi di agosto e settembre 1999 in Tunisia, Grecia, Marocco, Cipro e Turchia (Perez *et al.*, 2000). Il degrado degli ecosistemi ricchi di biodiversità, come quello del parco marino delle Isole Zembra, in Tunisia, può essere rivelato dalla riduzione della densità di popolazione di spugne (tabella 9.3). Si sospetta che questa situazione di degrado sia correlata alla presenza di *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa taxifolia*.

Tabella 9.3 Densità delle gorgonie (colonie/m²)

	Capo Bon	Zembra e Zembretta orientali	Zona di Sidi Daoud	Zembretta sudorientale	Zembretta occidentale	Tabarka
<i>Eunicella singularis</i>	Da 8 a 10	Da 17 a 25	50	40	35	70
<i>Eunicella cavolinii</i>	Da 2 a 3	Da 3 a 5	25	15	assente	assente

Fonte: Ben Mustafa e Abed, 2001.

Foto 9.1: *Eunicella singularis*, Isola di Porquerolles, Francia (13 m). Questa Eunicella è stata gravemente compromessa da due episodi di moria, che si sono verificati nel Mediterraneo nordoccidentale nel 1999 e nel 2003.

Fonte: Thierry Perez.



all'indice della diversità della comunità possono essere individuate nelle acque costiere del Mediterraneo cinque classi di comunità (tabella 9.4). Ciò vale perlopiù per le sabbie fangose o per gli habitat bentonici marini misti di sabbia e fango. I confini di queste classi sono, in un certo senso, arbitrari e sono frutto dello studio della letteratura e dell'esperienza degli autori. Essi tuttavia sono confermati dalla letteratura riferita ad altre zone mediterranee.

9.4 Stato della qualità ecologica in base agli zoobenthos

I vari strumenti utilizzati come indicatori vengono spesso adattati ai requisiti regionali e alle particolarità biologiche. In Spagna, Borja *et al.*, (2000) hanno creato un indice biotico denominato AMBI, che viene utilizzato per la valutazione della qualità ecologica delle coste e degli estuari europei, analizzando la risposta delle comunità bentoniche di fondo mobile ai cambiamenti naturali e antropogenici occorsi nella qualità delle acque e dei sedimenti. L'AMBI è basato su cinque gruppi ecologici correlati al grado di sensibilità/tolleranza al gradiente di stress ambientale, ed è utilizzato per l'attuazione della direttiva quadro in materia di acque (DQA) e per l'intercalibrazione con altri paesi. BENTIX (Simboura e Zenetos, 2002) è uno strumento recente (basato sul macrozoobenthos dei sostrati mobili) usato per valutare lo stato della qualità ecologica in base ai requisiti della DQA. Il sistema di classificazione che ne deriva (tabella 9.5) è costituito da cinque livelli di stato della qualità ecologica (EQS) conformemente ai requisiti della DQA.

Gli indici AMBI e BENTIX presentano molte analogie. L'AMBI è stato utilizzato in molti siti dell'Atlantico e in alcuni siti nel Mediterraneo (Borja *et al.*, 2003). L'indice BENTIX distingue tra due soli gruppi ecologici e, probabilmente, è più adeguato e conveniente per gli ecosistemi del Mediterraneo, che sono caratterizzati da un'elevata ricchezza e diversità di specie. I risultati ottenuti sono coerenti con quelli raccolti utilizzando più metodi e parametri di ampia applicazione, come la ricchezza di specie e la diversità delle comunità.

Messaggi chiave

- È possibile effettuare una valutazione ecologica degli ecosistemi bentonici nel Mediterraneo sulla scorta di un semplice strumento (BENTIX), che non è specifico per tipo di comunità o per sito (applicazione globale).
- L'indice BENTIX sembra funzionare validamente per diversi tipi di stress (acque di scarico, pesca, scarico di rifiuti), ma è particolarmente efficace per la valutazione degli effetti dell'immissione di acque reflue nelle acque costiere.
- L'AMBI è stato verificato con fonti di impatto ambientale diverse, in acque sia costiere sia estuarine; pare tuttavia che sia efficace per valutare una variegata gamma di impatti.
- La valutazione migliore dello stato della qualità ecologica (EQS) si ha combinando l'indice BENTIX con l'indice H (diversità delle comunità) e l'indice S (numero di specie).

Tabella 9.4 Classificazione dell'EQS per campo di variazione dell'indice di diversità delle comunità (H)

Classificazione dell'inquinamento	H	EQS secondo DQA	H in aree sottoposte a stress fisico, fangose
Normale/incontaminata	$H > 4.6$	Alto	$H > 5$
Leggermente inquinata, transitoria	$4 < H \leq 4.6$	Buono	$4 < H \leq 5$
Moderatamente inquinata	$3 < H \leq 4$	Moderato	
Heavily polluted	$1.5 < H \leq 3$	Scarso	
Da priva di vita animale a pesantemente inquinata	$0 < H \leq 1.5$	Pessimo	

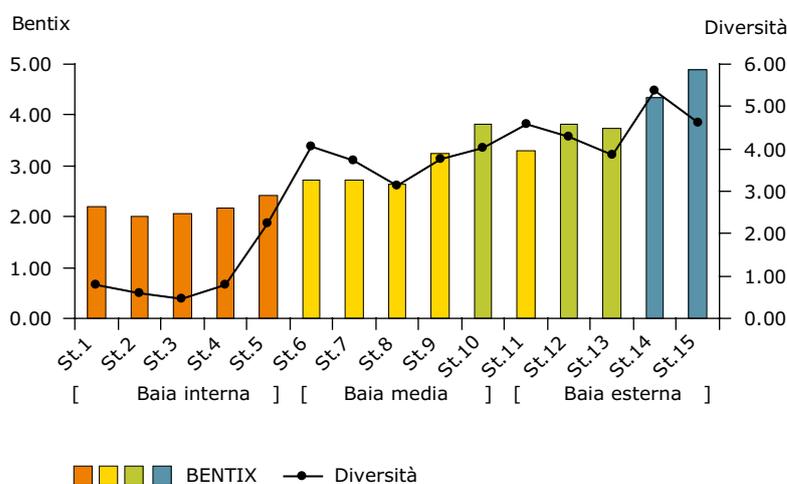
Fonte: Zenetos e Simboura, 2001; Simboura e Zenetos, 2002.

Tabella 9.5 Classificazione dell'EQS per campo di variazione dell'indice BENTIX

Classificazione dell'inquinamento	BENTIX	EQS DQA	BENTIX in fondali fangosi sottoposti a stress fisico
Normale/Incontaminata	$4.5 \leq \text{BENTIX} \leq 6$	Alto	$4 \leq \text{BENTIX} \leq 6$
Leggermente inquinata, transitoria	$3.5 \leq \text{BENTIX} < 4.5$	Buono	$3.0 \leq \text{BENTIX} < 4.00$
Moderatamente inquinata	$2.5 \leq \text{BENTIX} < 3.5$	Moderato	$2.5 \leq \text{BENTIX} < 3.00$
Pesantemente inquinata	$2 \leq \text{BENTIX} < 2.5$	Scarso	
Priva di vita animale	$\text{BENTIX} < 2$	Pessimo	

Fonte: Zenetos e Simboura, 2001; Simboura e Zenetos, 2002.

Figura 9.3 Valori annui medi dell'indice BENTIX e della diversità delle comunità (H) lungo un gradiente di inquinamento nella Baia di Izmir presso le stazioni 1–15



Fonte: Dogan, 2004.

Sia l'indice BENTIX sia l'indice H sono stati testati con pool di dati derivati da:

- diverse aree geografiche nel Mediterraneo;
- zone costiere interessate da diverse attività antropiche come la pesca, il turismo, l'immissione di acque di scarico e di effluenti chimici;
- l'uso di diverse metodologie di campionamento (campionatore, dimensione delle maglie, numero di replicati).

Caso di studio: l'EQS nella Baia di Izmir, in Turchia, e nel Golfo di Saronikos, in Grecia.

I valori medi dell'indice BENTIX e dell'indice H mostrano un incremento a partire dalla fascia interna della baia in direzione di quella esterna, che corrisponde all'aumento dell'EQS (figura 9.3). La scarsa qualità della baia interna, che è soggetta a una combinazione di vari fattori inquinanti, si riflette in tutti i parametri. Ciò, a sua volta, si ripercuote sulla fascia media della baia. Questo gradiente si manifesta altresì nei parametri chimici della colonna d'acqua. Kocataş (1978) ha suddiviso la Baia di Izmir in tre parti, vale a dire la baia interna, media ed esterna, in base a una serie di caratteristiche faunistiche e idrografiche (figura 9.3).

Nel Golfo di Saronikos si scaricano le acque reflue della città metropolitana di Atene. Nonostante la messa in funzione di un impianto per il trattamento primario delle acque reflue (WWTP) nel 1994, la qualità ecologica delle comunità bentoniche del golfo ha cominciato a essere monitorata soltanto nel 1999.

Come si evince da recenti analisi dell'andamento di tutti i parametri abiotici (tipo di sedimento, profondità, concentrazione di carbonio organico nel sedimento) e biotici (tra cui gli indici H, BENTIX, AMBI), l'EQS sta migliorando soltanto a una certa distanza rispetto allo sbocco delle acque reflue (HCMR, 2005).

L'AMBI sembra funzionare in maniera efficace in presenza di numerosi fattori d'impatto ambientale, tra cui scarichi dagli impianti di trivellazione, bocche di scarico sottomarine, costruzione di porti e dighe, scarichi di metalli pesanti, eutrofizzazione, opere di ingegneria civile, immissioni diffuse di sostanze inquinanti, recupero di sistemi contaminati a causa delle reti fognarie, operazioni di dragaggio, smaltimento dei fanghi, sversamento di idrocarburi, piscicoltura, ecc. (Borja *et al.*, 2003).

L'indice BENTIX sembra funzionare in maniera efficace, soprattutto nel Mediterraneo orientale, sempre che sia accompagnato da un minimo intervento tassonomico (campioni assegnati per lo più a livelli di specie). I risultati ottenuti erano indipendenti dalla dimensione delle maglie utilizzate, ma – se fondati su dati semiquantitativi provenienti dalle draghe – erano fuorvianti. L'EQS dovrebbe essere calcolato in base a una combinazione di indici, dal momento che i risultati possono essere fuorvianti (come nel caso dell'inquinamento da metalli pesanti). Inoltre, per sviluppare ulteriormente questo tipo di strumento ambientale è necessario ottenere il consenso degli scienziati per l'attribuzione delle specie a un particolare gruppo ecologico.

10 Strumenti giuridici e politici

Nel presente capitolo sono riportate le normative e gli strumenti politici principali a livello subregionale, regionale e globale nonché gli strumenti che disciplinano i maggiori ambiti di interesse ambientale nella regione mediterranea.

10.1 La convenzione di Barcellona e i suoi protocolli (sistema di Barcellona)

Entrata in vigore il 12 febbraio 1978, la convenzione per la protezione del mare Mediterraneo dall'inquinamento, o convenzione di Barcellona, è il più importante strumento politico regionale per la tutela del Mar Mediterraneo e delle sue coste ⁽²⁾. L'Unione europea e altri sette paesi ⁽³⁾ che oggi sono Stati membri dell'UE sono parti contraenti della convenzione e di alcuni suoi protocolli (cfr. la tabella 10.1). Questi paesi forniscono un contributo significativo al funzionamento del sistema di Barcellona.

Dal 1994 alcune componenti del sistema di Barcellona sono state oggetto di importanti modifiche. Nel 2002 è stata ultimata un'ambiziosa revisione della convenzione. Scopo della revisione era aggiornare la convenzione allo scopo di uniformarla ai principi della dichiarazione di Rio e di avvicinarla alla filosofia della

nuova convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS). In un secondo momento si prevede di trasformarla in uno strumento di sviluppo sostenibile che rispecchi i progressi conseguiti nell'ambito del diritto ambientale internazionale.

La struttura dell'attuale sistema giuridico di Barcellona comprende i seguenti strumenti:

- la **Convenzione** per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo (in vigore dal 9 luglio 2004);
- il protocollo per la prevenzione e l'eliminazione dell'inquinamento del Mar Mediterraneo dovuto allo scarico di rifiuti da parte di navi e aeromobili o dell'incenerimento sul mare (**Protocollo dumping**), modificato a Barcellona il 10 giugno 1995 (le modifiche non sono ancora entrate in vigore);
- il protocollo relativo alla collaborazione in materia di prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi e, in caso di situazione critica, di lotta contro l'inquinamento del Mare Mediterraneo, siglato alla Valletta il 25 gennaio 2002 (**Protocollo situazioni di emergenza**) (entrato in vigore il 17 marzo 2004). Nel preambolo, il protocollo riconosce il ruolo dell'Organizzazione marittima internazionale nonché constata "il contributo della Comunità europea all'attuazione delle norme

Tabella 10.1 Elenco degli strumenti comunitari correlati alla convenzione di Barcellona per la protezione del mare Mediterraneo

Decisione 77/585/CEE del Consiglio, del 25 luglio 1977, relativa alla conclusione della convenzione per la protezione del Mare Mediterraneo dall'inquinamento e del protocollo sulla prevenzione dell'inquinamento del Mare Mediterraneo dovuto allo scarico di rifiuti da parte di navi e di aeromobili.

Decisione 81/420/CEE del Consiglio, del 19 maggio 1981, relativa alla conclusione del protocollo relativo alla collaborazione in materia di lotta contro l'inquinamento del Mare Mediterraneo provocato dagli idrocarburi e altre sostanze nocive in caso di situazione critica.

Decisione 83/101/CEE del Consiglio, del 28 febbraio 1983 relativa alla conclusione del protocollo relativo alla protezione del mare Mediterraneo dall'inquinamento di origine tellurica.

Decisione 84/132/CEE del Consiglio, del 1° marzo 1984, concernente la conclusione del protocollo relativo alle zone specialmente protette del Mediterraneo.

Decisione 1999/800/CE del Consiglio, del 22 ottobre 1999, relativa alla conclusione del protocollo relativo alle zone specialmente protette e alla biodiversità nel Mediterraneo e all'accettazione degli allegati del protocollo (convenzione di Barcellona).

Decisione 1999/801/CE del Consiglio, del 22 ottobre 1999, relativa all'accettazione delle modifiche al protocollo relativo alla protezione del mare Mediterraneo dall'inquinamento di origine tellurica (convenzione di Barcellona).

Decisione 1999/802/CE del Consiglio, del 22 ottobre 1999, relativa all'accettazione delle modifiche alla convenzione per la protezione del mare Mediterraneo dall'inquinamento e al protocollo sulla prevenzione dell'inquinamento dal mare Mediterraneo dovuto allo scarico di rifiuti da parte di navi e di aeromobili (convenzione di Barcellona).

Decisione 2004/575/CE del Consiglio, del 29 aprile 2004, concernente la conclusione, a nome della Comunità europea, del protocollo della convenzione di Barcellona per la protezione del Mare Mediterraneo dall'inquinamento, relativo alla cooperazione in materia di prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi e, in caso di situazione critica, di lotta contro l'inquinamento del Mare Mediterraneo.

⁽²⁾ Parti contraenti: Albania, Algeria, Bosnia-Erzegovina, Croazia, Cipro, Egitto, Comunità europea, Francia, Grecia, Israele, Italia, Libano, Libia, Malta, Monaco, Marocco, Slovenia, Spagna, Siria, Tunisia, Turchia, Serbia e Montenegro, cfr. www.unepmap.org.

⁽³⁾ Cipro, Francia, Grecia, Italia, Malta, Slovenia e Spagna.

internazionali in materia di sicurezza marittima e di prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi". La Comunità infatti ha attuato una serie di strumenti giuridici, i più recenti dei quali sono: la direttiva 2002/6/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 febbraio 2002, sulle formalità di dichiarazione delle navi in arrivo e/o in partenza dagli Stati membri della Comunità; la direttiva 2002/84/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 novembre 2002, che modifica le direttive in materia di sicurezza marittima e di prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi; il regolamento (CE) n. 2172/2004 della Commissione, del 17 dicembre 2004, recante modifica del regolamento (CE) n. 417/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio sull'**introduzione accelerata** di norme in materia di **doppio scafo** o di tecnologia equivalente per le petroliere monoscafo, al fine di includervi le modifiche adottate dal Comitato per la protezione dell'ambiente marino dell'OMI;

- il protocollo relativo alla protezione del Mare Mediterraneo dall'inquinamento di origine tellurica (**protocollo LBS**): cfr. il riquadro 1.2;
- il protocollo relativo alle zone specialmente protette e alla biodiversità nel Mediterraneo (**protocollo SPA e Biodiversità**) (in vigore dal 12 dicembre 1999);
- il **protocollo Offshore** per la protezione dall'inquinamento derivante dall'esplorazione e dallo sfruttamento della piattaforma continentale, del fondo marino e degli strati sottostanti, siglato a Madrid il 14 ottobre 1994 (non ancora entrato in vigore); e
- il **protocollo Rifiuti pericolosi** per la prevenzione dell'inquinamento del Mar Mediterraneo dovuto ai movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi e al loro smaltimento (non ancora entrato in vigore).

Per quanto riguarda la cooperazione nella sfera della reazione all'inquinamento marino, la decisione del Consiglio del 23 ottobre 2001 (2001/792/CE, Euratom) ha istituito un meccanismo comunitario inteso ad agevolare una cooperazione rafforzata negli interventi di soccorso della protezione civile, relativa sia alla protezione civile sia all'inquinamento marino. Scopo generale del meccanismo è mettere a disposizione, su richiesta, un supporto in caso di emergenze gravi e agevolare il coordinamento degli interventi di soccorso forniti dagli Stati membri e dalla Comunità.

Il recente esercizio di aggiornamento del quadro giuridico di Barcellona dimostra che le parti contraenti considerano questo strumento un sistema dinamico, suscettibile di essere rivisto e migliorato, se del caso. Di conseguenza, nel corso dell'ultima riunione di Catania del 2003, le parti contraenti hanno chiesto al Segreterato di iniziare a elaborare un protocollo aggiuntivo sulla gestione integrata delle zone costiere.

10.2 La cooperazione dell'UE con i paesi partner del Mediterraneo

Il partenariato euromediterraneo (EMP) è uno strumento introdotto nel 1995 con l'intento di consolidare le relazioni tra l'Unione europea e i suoi paesi partner nel Mediterraneo orientale e meridionale. Nel 1997 a Helsinki i ministri dell'Ambiente degli Stati partecipanti al partenariato euromediterraneo hanno adottato una dichiarazione che istituisce il "programma di azioni prioritarie a breve-medio termine per l'ambiente" (SMAP). Il programma si prefiggeva l'obiettivo di diventare lo strumento operativo per l'attuazione della politica adottata dai partner euromediterranei in campo ambientale. Esso avrebbe inoltre dovuto garantire l'afflusso di risorse per il finanziamento di progetti dal programma ambientale regionale dello strumento finanziario MEDA. Nel 2002 i ministri dell'Ambiente degli Stati contraenti del partenariato euromediterraneo hanno ribadito il proprio impegno nei confronti dello SMAP adottando la dichiarazione di Atene. Questa dichiarazione sottolinea in particolare l'importanza di creare sinergie tra lo SMAP e altre iniziative ambientali a livello regionale. Negli ultimi 10 anni il finanziamento MEDA per progetti ambientali regionali ha raggiunto un ammontare complessivo di circa 50 Mio EUR erogato nell'ambito di tre programmi SMAP consecutivi. MEDA ha inoltre fornito un finanziamento sostanziale a progetti regionali nel settore specifico delle risorse idriche.

Oltre alla componente regionale, l'UE ha concluso accordi di associazione bilaterali con la maggior parte dei paesi partner nell'ambito dell'EMP. Grazie a questi accordi sono state gettate le basi per una cooperazione orientata a rispondere alle esigenze individuali e alle condizioni precipue di ciascun paese. Attraverso questi strumenti l'UE e i suoi paesi partner concordano di operare ai fini del ravvicinamento delle legislazioni e della collaborazione in un ampio ventaglio di settori, compresa la sfera ambientale. Attualmente sono in vigore accordi con Marocco, Tunisia, Egitto, Giordania, Israele, Autorità palestinese e Libano. Sono inoltre in fase di ultimazione accordi con Algeria e Siria. Nella misura in cui vengono sottoscritti questi accordi di associazione, vengono creati subcomitati specifici per promuovere il dialogo politico bilaterale sull'ambiente.

Per quanto concerne il finanziamento bilaterale nel quadro dell'EMP, è bene precisare che l'80% del bilancio complessivo di MEDA è destinato a programmi nazionali. Dall'epoca del lancio del primo strumento MEDA, sono state assegnate risorse a un consistente numero di progetti ambientali, tra cui aiuti non rimborsabili intesi a coprire gli interessi sui prestiti concessi dalla BEI per le infrastrutture ambientali. Purtroppo, tuttavia, le tematiche ambientali non sono state inserite in maniera coerente tra le principali priorità d'intervento da tutti i paesi partner nella progettazione di questi programmi nazionali.

Dopo la conferenza straordinaria dell'EMP in occasione del suo X anniversario, tenutasi a Barcellona nel novembre 2005, il partenariato è stato reimpostato per gli anni a venire. Le indicazioni iniziali fanno pensare a un maggiore interesse per l'ambiente, soprattutto con un'iniziativa di grande visibilità per "disinquinare il Mediterraneo entro il 2020".

La politica europea di vicinato (ENP) è stata lanciata con l'obiettivo di consolidare le relazioni con i paesi vicini dell'UE, facendo perno su valori condivisi e interessi comuni. L'ENP fa tesoro degli strumenti e dei quadri normativi esistenti, come gli accordi di associazione conclusi con la maggior parte dei paesi mediterranei confinanti che si affacciano sul Mar Mediterraneo. L'ENP utilizza come principale strumento operativo piani d'azione concordati in maniera concertata, che coprono un'ampia gamma di settori strategici, tra cui – per l'appunto – l'ambiente.

10.3 Una revisione degli aspetti allarmanti a livello ambientale e dei corrispondenti strumenti politici e giuridici

Questa sezione contiene una panoramica delle risposte adottate dal mondo politico per far fronte ai principali problemi e aspetti critici individuati nella regione del Mediterraneo:

- A. l'inquinamento è dovuto a un'ampia gamma di attività, comprese le attività a terra, i trasporti marittimi e lo sfruttamento dei fondali marini;
- B. conservazione della biodiversità;
- C. sfruttamento sostenibile delle risorse alieutiche.

Le misure politiche introdotte a livello regionale, globale e comunitario sono presentate per ciascuno di questi ambiti; inoltre, sono presi in considerazione anche alcuni approcci subregionali.

10.3.1 Inquinamento

Accordi regionali e strumenti politici

- Il programma SAP/MED: programma d'azione strategico avviato nel Mediterraneo per l'attuazione del protocollo LBS alla convenzione di Barcellona.

Il programma SAP/MED, adottato nel 1997, è un'iniziativa del programma PAM/MEDPOL volta all'individuazione di categorie prioritarie mirate di sostanze e attività che i paesi mediterranei sono tenuti a eliminare o controllare. Il calendario per l'attuazione di misure e interventi di controllo specifici copre un periodo di oltre 25 anni.

Le principali attività a terra considerate nel programma SAP/MED sono collegate all'ambiente urbano (in particolare, trattamento e smaltimento delle acque di rifiuto municipali, smaltimento di rifiuti solidi urbani e attività che contribuiscono all'inquinamento atmosferico da fonti mobili) e ai comparti industriali. Queste attività sono dirette ai responsabili del rilascio di sostanze tossiche, persistenti e bioaccumulative (TPB) nell'ambiente marino. Un'attenzione particolare è riservata agli inquinanti organici persistenti (POP). Infine, si tiene conto del rilascio di concentrazioni nocive di nutrienti nell'ambiente marino, dell'accumulo, del trasporto e dello smaltimento di rifiuti radioattivi e pericolosi, e di attività che contribuiscono alla distruzione dei litorali e degli habitat costieri.

- Direttiva quadro dell'UE in materia di acque (DQA)

A livello comunitario lo strumento giuridico disponibile per la salvaguardia dello stato ecologico delle acque da punti a terra e fonti diffuse è la direttiva quadro sull'acqua (2000/60/CE). La direttiva è stata concepita per accorparsi in un unico atto legislativo una serie di precedenti direttive concernenti l'inquinamento dell'acqua. Si può ritenere che, ottemperando agli obblighi ad essi incombenti in forza della direttiva quadro in materia di acque, gli Stati membri dell'UE affacciati sul Mediterraneo soddisfino effettivamente anche i loro obblighi generali nell'ambito del programma SAP/MED. Sia il SAP/MED sia la direttiva sulle acque, nella sua "Strategia finalizzata a combattere l'inquinamento delle acque di superficie", istituiscono un elenco di sostanze prioritarie a cui devono essere applicati taluni standard di qualità dell'acqua e controlli delle emissioni. Per alcune di queste sostanze prioritarie si dovrà garantire, entro un periodo di tempo adeguato, una cessazione o una graduale diminuzione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite. In generale, sono comprese in queste sostanze le sostanze tossiche, persistenti e bioaccumulative, di cui dovrà essere gradualmente ridotta l'emissione al più tardi nel 2025 (SAP)-2027(DQA) circa.

- Politiche relative alla fioritura di alghe nocive

Per l'importanza ambientale della fioritura di alghe nocive (HAB), sono state avviate alcune ricerche e iniziative di monitoraggio su questo fenomeno. Lo scopo è quello di proteggere la salute pubblica, le risorse alieutiche, la struttura e la funzione degli ecosistemi e la bellezza del paesaggio costiero. Tuttavia, non sono ancora stati chiaramente definiti i metodi, i criteri di ricerca e i livelli d'azione per il controllo delle tossine, con il conseguente emergere di incoerenze tra i vari Stati dell'UE. Per appianare queste differenze l'UE ha creato una biblioteca di riferimento comunitaria (CRL) con il compito di gestire i problemi correlati alla presenza di tossine algali nei prodotti ittici e di

coordinare le riunioni con rappresentanti dei laboratori nazionali di riferimento (NRL) dell'UE e dei paesi associati (ICES). Nel 2002, la Commissione europea ha adottato la decisione (2002/225/CE) concernente i tenori massimi di talune biotossine in gasteropodi marini, tunicati, molluschi bivalvi ed echinodermi.

Convenzioni internazionali e strumenti politici

I seguenti accordi ambientali multilaterali (MEA) interagiscono con gli accordi esistenti a livello regionale e internazionale al fine di contrastare l'inquinamento nel Mare Mediterraneo. Tali accordi sono particolarmente importanti per ridurre l'inquinamento da sostanze tossiche persistenti:

- la convenzione internazionale del 1973 per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi, modificata dal protocollo del 1978 ("MARPOL 73/78");
- la convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti (POP);
- la convenzione di Basilea, che disciplina rigorosamente i movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi e impone alle parti contraenti di garantire una gestione ecologicamente sana di tali rifiuti e del loro smaltimento durante gli spostamenti tra confini nazionali;
- la convenzione di Rotterdam sulla procedura di previo assenso informato per taluni prodotti chimici e pesticidi pericolosi nel commercio internazionale;
- il Codice internazionale di condotta per la distribuzione e per l'uso dei pesticidi.

10.3.2 Conservazione della biodiversità

Accordi regionali e strumenti politici

- Il protocollo relativo alle zone specialmente protette e alla biodiversità nel Mediterraneo alla convenzione di Barcellona (SPA).

Il protocollo SPA e Biodiversità prevede la creazione di un elenco di zone specialmente protette di importanza mediterranea (lista SPAMI). La lista SPAMI può comprendere siti che "sono importanti per la conservazione degli elementi costitutivi della diversità biologica nel Mediterraneo; racchiudono ecosistemi caratteristici della regione mediterranea o degli habitat di specie in via d'estinzione; sono di particolare interesse a livello scientifico, estetico, culturale o didattico". Le procedure per la creazione e la compilazione delle liste SPAMI sono specificate in maniera dettagliata nel protocollo.

- Il programma d'azione strategico per la biodiversità nella regione mediterranea (SAP/BIO).

Adottato nel 2003, il programma d'azione strategico (SAP/BIO) definisce un quadro di azioni misurabili per

l'attuazione del protocollo SPA del 1995. Il programma SAP/BIO valuta lo stato della biodiversità marina e costiera, rileva i principali problemi che investono la biodiversità e individua azioni concrete a livello nazionale e regionale per porvi rimedio.

Il principale obiettivo di questo programma d'azione strategico sarà utilizzato nell'ambito del protocollo SPA per i) migliorare la gestione delle zone marine e costiere protette nuove ed esistenti; ii) favorire l'attuazione dei piani d'azione nazionali e delle azioni prioritarie del programma SAP/BIO; iii) migliorare la protezione delle specie in via di estinzione e degli habitat vulnerabili; iv) contribuire al potenziamento della legislazione nazionale in materia e al rafforzamento delle capacità nazionali e internazionali; v) promuovere il miglioramento delle conoscenze sulla biodiversità marina e costiera; vi) partecipare alle iniziative di raccolta dei fondi.

Tra le *altre convenzioni nazionali*, direttive e piani d'azione per la tutela della biodiversità nel Mare Mediterraneo vale la pena menzionare:

- l'accordo sulla difesa dei cetacei del Mar Nero, del Mediterraneo e dell'adiacente zona atlantica (ACCOBAMS), sottoscritto nel 1996 nell'ambito della convenzione di Bonn;
- la convenzione di Berna relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, che è in fase di attuazione in tutti i paesi dell'Unione europea;
- il piano d'azione per la conservazione dei cetacei nel Mare Mediterraneo;
- il piano d'azione per la gestione della foca monaca del Mediterraneo (*Monachus monachus*);
- il piano d'azione per la conservazione delle testuggini marine del Mediterraneo;
- il piano d'azione per la conservazione della vegetazione marina nel Mare Mediterraneo.

Legislazione comunitaria in materia di biodiversità

La normativa sulle zone specialmente protette dei paesi del Mediterraneo, a cui devono conformarsi gli Stati membri dell'Unione europea, è la direttiva 92/43/CEE del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Il suo ambito geografico comprende le acque interne e le acque marittime territoriali lungo le coste dei quattro paesi mediterranei dell'UE. La direttiva istituisce una rete ecologica coerente di zone speciali di conservazione denominata "Natura 2000". La rete è costituita da siti che ospitano i tipi di habitat naturali di interesse comunitario elencati nell'allegato I e gli habitat delle specie elencate nell'allegato II (specie di fauna e flora selvatiche di interesse comunitario), per la conservazione dei quali è necessaria la designazione di zona di protezione speciale. Tuttavia, ai sensi dell'articolo 4, paragrafo 1, per le specie acquatiche che occupano ampi territori, tali siti vengono proposti solo

se è possibile individuare chiaramente una zona che presenta gli elementi fisici e biologici essenziali alla loro vita o riproduzione.

Convenzioni internazionali

- Convenzione universale sulla protezione della diversità biologica (CBD).
- Convenzione sulla conservazione delle specie migratorie appartenenti alla fauna selvatica (convenzione di Bonn, 1979).
- Convenzione sul commercio internazionale delle specie di flora e fauna selvatiche minacciate di estinzione (CITES).
- Convenzione di Ramsar sulle terre umide d'importanza internazionale, in particolare come habitat della selvaggina (1971).

10.3.3 Pesca - acquacoltura

Politiche regionali e subregionali

- La Commissione generale per la pesca nel Mediterraneo (CGPM) della FAO mirava a elaborare delle misure di gestione delle risorse aliutiche a livello regionale.

Più in particolare, essa si prefigge lo scopo di promuovere lo sviluppo, la conservazione e la gestione delle risorse biologiche marine del Mediterraneo, del Mar Nero e delle acque intermedie, sia nelle zone sottoposte a giurisdizione nazionale sia in alto mare. A tal fine la CGPM può, con maggioranza dei due terzi, adottare raccomandazioni sulle misure di conservazione e gestione razionale delle risorse biologiche marine.

Tra gli altri progetti realizzati dalla FAO a livello subregionale nel Mediterraneo si annoverano ADRIAMED, volto a promuovere la cooperazione scientifica per incoraggiare la pesca responsabile nell'Adriatico, e il progetto COPEMED, anch'esso relativo all'area mediterranea, che fornisce consulenza e assistenza tecnica, e punta alla creazione di reti cooperative per favorire le attività di coordinamento a sostegno dello sfruttamento razionale della pesca industriale nel Mediterraneo. La zona di interesse del progetto COPEMED comprende le subregioni occidentale e centrale del Mediterraneo.

Politica comune della pesca dell'UE

- La politica comune della pesca (PCP) è lo strumento usato dall'Unione europea per la gestione della pesca e dell'acquacoltura.

La PCP, che è operativa dal 1983, è stata ampiamente modificata di recente (2002). Tra le altre cose, è stato

adottato nell'ottobre 2002 un piano per garantire la sostenibilità della pesca nel Mediterraneo. Le misure previste nel piano d'azione comprendono:

- un approccio concertato per l'istituzione di zone di pesca protette;
- il ricorso alle attività di pesca come principale strumento per lo sfruttamento razionale della pesca industriale;
- il miglioramento delle tecniche di pesca al fine di ridurre l'impatto negativo sugli stock ittici e sull'ecosistema marino;
- la promozione della cooperazione internazionale.

L'UE possiede una competenza esclusiva nelle relazioni internazionali in materia di pesca. Essa è infatti autorizzata ad assumere impegni internazionali nei confronti di paesi terzi o organizzazioni internazionali in relazione a questioni concernenti la pesca e l'acquacoltura. La Commissione europea, per conto dell'Unione europea, raggiunge accordi in materia di pesca con paesi terzi ed è contraente di varie organizzazioni regionali per la pesca.

Convenzioni internazionali

- La convenzione internazionale per la conservazione dei tonnidati dell'Atlantico (CICTA), in vigore dal 1969, è stata concepita per garantire lo sfruttamento sostenibile dei tonnidati e specie simili non solo dell'oceano Atlantico ma anche dei mari adiacenti, come il Mar Mediterraneo.

Tra le parti contraenti della convenzione internazionale per la conservazione dei tonnidati dell'Atlantico vi sono il Marocco, la Libia, la Croazia, la Turchia, la Tunisia e la CE. La CICTA può, per il tramite della sua commissione internazionale, fare raccomandazioni fondate sui risultati di ricerche scientifiche volte a garantire le catture massime sostenibili. Se la maggioranza delle parti contraenti non presenta un'obiezione, tali raccomandazioni diventano vincolanti per tutte le parti, a eccezione di quelle che hanno avanzato un'obiezione formale.

Quadro politico globale

- Codice di condotta FAO per una pesca responsabile..

Il codice, adottato nel 1995, definisce i principi e le norme di condotta internazionali per le pratiche di pesca responsabili, al fine di garantire una conservazione, una gestione e uno sviluppo efficaci delle risorse acquatiche, tenendo in debito conto gli ecosistemi e la biodiversità.

11 Conclusioni

11.1 Risultati principali

La priorità principale in materia di gestione ambientale nella regione è quella di garantire il rispetto della legislazione nazionale e internazionale in materia ambientale. La legislazione ambientale, tuttavia, è applicata in maniera molto diversa nei paesi mediterranei, a seconda delle diverse condizioni socioeconomiche. Per proteggere l'ambiente mediterraneo, su cui attualmente gravano pressioni diverse a scapito degli habitat costiero e marino, è sempre più necessario, oltre che attuare e applicare le leggi ambientali esistenti, adottare anche approcci integrati basati sugli ecosistemi. Gli aspetti più importanti di cui tener conto sono:

- l'inquinamento prodotto dall'urbanizzazione e dalle attività industriali;
- lo sfruttamento non sostenibile delle risorse della pesca e dell'aquacoltura;
- la presenza di meccanismi regolamentari non adeguati (prevalentemente, la non applicazione della legge);
- la mancanza di conoscenze e della capacità di apprezzare il valore biologico e culturale degli habitat esistenti.

In tutto il bacino mediterraneo, l'**urbanizzazione del litorale** ha come conseguenza la produzione di rifiuti (acque reflue non trattate o trattate in maniera inadeguata, deflusso urbano e rifiuti solidi), l'aumento della domanda di risorse idriche e l'inquinamento. In molti casi **la distruzione degli habitat e l'alterazione fisica** hanno causato perdite di diversità e di zone umide e hanno prodotto una situazione di degrado ambientale, ponendo una seria minaccia a molte specie acquatiche.

La maggior parte delle aree costiere del Mediterraneo ospitano industrie chimiche ed estrattive, che generano quantità considerevoli di **rifiuti industriali** (metalli pesanti, sostanze pericolose e inquinanti organici persistenti), che potrebbero raggiungere, direttamente o indirettamente, il Mare Mediterraneo (attraverso i fiumi e le acque di dilavamento). Inoltre, gli stock di **sostanze chimiche obsolete** (tra cui i POP e i pesticidi) sono considerati un'importante fonte di contaminazione per l'ambiente marino. Altrettanto pericoloso per l'ecosistema marino è lo scarico di rifiuti solidi finiti dagli impianti industriali.

Lo **sfruttamento eccessivo delle risorse marine** ha danneggiato la catena alimentare marina; da segnalare, in particolare, è la pesca a strascico, che si ripercuote

negativamente sull'ecosistema negli habitat sensibili, come le praterie di Posidonia e i coralli d'alto mare. Parallelamente, l'eccessiva espansione dell'**aquacoltura** ha contribuito al deterioramento dell'ambiente costiero e marino (per esempio, in Croazia, nella Turchia sudorientale).

I cambiamenti climatici, unitamente al degrado degli ecosistemi in prossimità di porti e lagune, sono la causa di significative **alterazioni della biodiversità**, dovute all'introduzione e all'**insediamento di specie esotiche**. L'inquinamento da nutrienti (soprattutto azoto e fosforo) ha favorito l'invasione di talune specie di alghe marine microscopiche con proprietà tossiche, determinando il fenomeno della **fioritura di alghe nocive** e tutti i problemi ad esso associati.

I principali aspetti critici nei paesi del Mediterraneo meridionale e orientale sono un pessimo trattamento dei rifiuti urbani e una cattiva gestione delle sostanze chimiche rispetto ai paesi settentrionali, dove sono stati fatti sforzi notevoli per ovviare ai problemi causati dall'inquinamento dovuto alle acque reflue e all'utilizzo di sostanze chimiche nonché all'impatto ambientale di questi due fattori. In generale, nei paesi del Mediterraneo meridionale la scarsa applicazione delle leggi impedisce una corretta gestione delle problematiche ambientali. In questi paesi mancano le necessarie risorse tecniche, finanziarie e umane per conformarsi alle normative nazionali e regionali (per esempio, giacenze di sostanze pericolose).

Inoltre, nella regione del Mediterraneo settentrionale (la più industrializzata e, quindi, responsabile dell'immissione di più inquinanti nel sistema) esistono a priori i meccanismi di prevenzione necessari, le tecnologie correttive e il quadro giuridico adeguato, ma manca la volontà politica di far rispettare la normativa ambientale. Nonostante ciò, la speranza è che in questa fascia della regione si possa garantire una sorta di autocontrollo dell'inquinamento industriale. La parte meridionale della regione mediterranea, invece, si sta sviluppando a spese dell'ambiente, non potendo contare sulle condizioni economiche e sulle tecnologie indispensabili per la sua tutela.

Se si tiene conto degli aspetti ambientali, politici e socioeconomici individuati nella presente relazione, emerge con evidenza la necessità di introdurre un approccio integrato basato sugli ecosistemi per garantire la protezione dell'ambiente mediterraneo. Gli elementi fondamentali per poter mettere a punto un approccio di tipo olistico, già evidenziati dalle varie componenti del piano d'azione per il Mediterraneo,

sono la valutazione dell'inquinamento, la gestione integrata delle zone costiere, l'ambiente e lo sviluppo, la biodiversità, gli indicatori dell'inquinamento marino, lo stato della qualità ecologica, ecc. Quindi, è necessario adattare e integrare questi elementi in un vero e proprio approccio basato sugli ecosistemi.

11.2 Progressi verso una migliore gestione dell'ambiente

Al fine di elaborare un approccio integrato basato sugli ecosistemi e, quindi, di proteggere meglio l'ambiente mediterraneo, sarebbe opportuno agire in questa direzione:

- devono essere colmate le lacune in termini di conoscenze;
- devono essere migliorati i piani di monitoraggio e valutazione, in modo da assicurare una formulazione informata delle politiche;
- devono essere perfezionate le pratiche di gestione;
- deve aumentare la capacità socioeconomica di gestione ambientale;
- deve essere rafforzata la gestione integrata delle zone costiere (ICZM);
- le azioni devono essere decentrate, così da tener conto dei contesti specifici nonché delle pressioni, degli impatti e delle necessità particolari di ciascun paese.

11.2.1 Mancanza di conoscenze e ulteriori attività necessarie

Un prerequisito fondamentale per un'elaborazione consapevole delle politiche è la definizione dei problemi dell'ambiente marino nel Mar Mediterraneo e l'individuazione delle lacune esistenti. A tale riguardo, come già si è detto, si individuano nella regione mediterranea importanti lacune in termini di disponibilità di dati affidabili sui livelli e sui carichi degli inquinanti, di informazioni sulle problematiche di interesse transfrontaliero, di inventari delle aree e degli ecosistemi specifici dei punti critici, e di cooperazione regionale. Sebbene le relazioni sulle analisi diagnostiche nazionali prevedano attività di raccolta delle informazioni, nella maggior parte dei casi tali informazioni provengono da casi di studio e programmi di ricerca anziché da programmi di monitoraggio esaustivi di portata nazionale. Nel complesso, le informazioni sullo stato dell'ambiente, sulle tendenze e sulle pressioni in campo ambientale sono abbastanza scarse nel Mediterraneo rispetto, per esempio, al Mare del Nord e al Mar Baltico. In particolare, le informazioni riguardanti il Mediterraneo orientale e meridionale sono fornite da programmi di indagini sporadici, contraddittori e talvolta inaffidabili.

Dati relativi ai carichi inquinanti

I dati sul trasferimento di carichi inquinanti attraverso processi di interazione aria-mare sono scarsi e, se disponibili, sono caratterizzati da una copertura

geografica estremamente eterogenea. Per esempio, già dalla fine degli anni 1980 sono disponibili per il Mediterraneo nordoccidentale dati sulle sostanze pericolose e sulla presenza di nutrienti negli aerosol e nell'acqua piovana, mentre le informazioni per il Mediterraneo sudoccidentale sono ancora limitate.

Alquanto stentati sono altresì i dati sugli scarichi fluviali. La maggior parte dei fiumi, persino dei più importanti, non è sottoposta ad adeguati controlli sui carichi di inquinanti organici e inorganici.

Per quanto riguarda gli scarichi urbani e industriali, le informazioni raccolte fino a questo momento sono il frutto di un programma di valutazione basato su fattori di emissione, realizzato nell'ambito della preparazione delle NDA sugli impatti delle fonti di origine tellurica e del bilancio nazionale di riferimento degli scarichi da fonti puntuali a terra. Ciò implica una mancanza di dati sulle serie temporali di lungo termine. Nonostante ciò, la raccolta di dati sull'immissione da fonti puntuali a terra è considerata una conquista dai paesi mediterranei.

Dati relativi alla biodiversità: inventari e monitoraggio degli ecosistemi

Per avere un'adeguata garanzia che vengano adottate le decisioni più idonee a livello gestionale sulla scorta dei migliori dati scientifici disponibili è necessario registrare i cambiamenti in corso nei processi funzionali di un ecosistema misurando i livelli fisici, biologici e chimici sulla base di una serie di indicatori. A tal fine è indispensabile intraprendere studi di riferimento e provvedere all'archiviazione dei dati sotto forma di inventari e banche dati. I tipi di habitat costieri più sensibili nel Mediterraneo sono stati individuati e già in parte mappati (Spagna, Francia, Italia e Grecia). Se venisse elaborato e concordato un protocollo sugli studi di valutazione rapida, questo esercizio potrebbe essere avviato per tutti i paesi mediterranei. A seconda dei cambiamenti osservati nella distribuzione degli habitat di alcune "specie chiave" si potrà così distinguere e quantificare un chiaro segnale di degrado ambientale. Le tecniche di valutazione rapida (per esempio, la valutazione ecologica rapida o i rilevamenti side-scan della diversità paesaggistica) nonché, in particolare, le indagini specifiche di specie considerate "specie chiave" per la biodiversità marina sono sempre più al centro dell'attenzione.

- I paesi dovranno concordare criteri o parametri comuni per la produzione di valutazioni che possano essere paragonate da paese a paese. È indispensabile avviare il processo volto a definire criteri comuni per l'interpretazione delle definizioni normative per la delimitazione fra le classi "elevato/buono" e "buono/sufficiente". Questo obiettivo non potrà essere raggiunto fino a quando gli Stati non avranno elaborato schemi di classificazione compatibili con i requisiti del Blue Plan, dell'AEA, dell'UNIDO-ICS o della DQA.

- Si raccomanda pertanto di sviluppare flussi di dati tra i paesi e l'UNEP/PAM, per poter definire indicatori avanzati in linea con le attività in corso a livello europeo. Tali indicatori potrebbero quindi essere gradualmente incrementati e modificati, via via che si renderanno disponibili informazioni idonee a garantire un maggior livello di raffrontabilità durante la progressiva attuazione della direttiva DQA.

Dovrà essere riservata un'attenzione crescente al concetto di ecoregioni, come proposto nella strategia sull'ambiente marino dell'UE, sempre che gli interventi di conservazione ambientale siano maggiormente indirizzati alle ecoregioni ad alto rischio allo scopo di tutelarne la biodiversità (si rammenta che le aree protette sono soltanto uno dei possibili strumenti disponibili in questo senso). Gli scienziati e i responsabili della gestione ambientale dovrebbero sfruttare la metodologia e i risultati dei programmi internazionali applicati nelle subregioni. Questo sforzo di integrazione assunto da una rete di gruppi scientifici pluridisciplinari sarebbe un'eccellente opportunità per garantire un valido contributo scientifico al processo di gestione.

11.2.2 *Prevenzione dell'inquinamento e ottimizzazione delle pratiche di gestione*

Le perturbazioni e la distruzione degli habitat marini e costieri in conseguenza di pratiche di sviluppo inadeguate e di una gestione inappropriata minacciano la vitalità del Mediterraneo in quanto ecosistema. Entrambi i problemi devono essere risolti adeguatamente, introducendo una strategia per la riduzione delle pressioni, di interesse soprattutto transfrontaliero. Per il primo dei due aspetti, in particolare, è necessaria una combinazione di interventi finalizzati a prevenire l'inquinamento alla fonte e di azioni di miglioramento del trattamento delle acque reflue; per il secondo un'ottimizzazione delle pratiche di gestione.

Prevenzione dell'inquinamento

Gli investimenti nelle tecnologie potrebbero contribuire a ridurre le pressioni esercitate sull'ambiente e a evitare determinati impatti specifici. Un'azione strategica raccomandata per la prevenzione degli scarichi urbani e industriali diretti nelle zone costiere dovrebbe passare attraverso l'integrazione dei concetti di produzione più pulita e di prevenzione dell'inquinamento nelle politiche nazionali in materia ambientale. La prevenzione dell'inquinamento⁽⁴⁾ promuove il miglioramento continuo della situazione grazie a una serie di cambiamenti operativi e comportamentali, dal momento che questa prevenzione rappresenta una responsabilità condivisa dai governi, dai cittadini e dai settori industriale, commerciale, istituzionale

nonché dalle singole comunità. In tale contesto l'UNEP dovrebbe rivestire il ruolo di catalizzatore, in modo da favorire un adeguato trasferimento di tecnologie nonché l'instaurarsi delle condizioni socioeconomiche prevalenti, e da prevenire un ulteriore degrado ambientale del bacino mediterraneo a spese dell'industrializzazione dei paesi meridionali.

Miglioramento delle pratiche di gestione

È necessario garantire nella zona un miglioramento delle pratiche di gestione. A tal fine è indispensabile adottare un approccio integrato orientato agli ecosistemi, come quello promosso dalla futura strategia dell'UE sulla protezione dell'ambiente marino, che garantisca la protezione e il recupero degli ecosistemi, unitamente al rafforzamento e al miglioramento della gestione integrata delle zone costiere (ICZM, cfr. il punto 11.2.4). Lungo la stessa linea dovrebbe essere incoraggiata la cooperazione regionale e multilaterale, così da accrescere l'efficacia di questo genere di approccio. Tale cooperazione è estremamente importante, soprattutto per i paesi meridionali della regione, che devono affrontare, dal punto di vista finanziario, i problemi più complessi in relazione alle capacità di gestione dell'inquinamento (cfr. anche il punto 11.2.3).

La creazione di aree marine protette ai fini della loro conservazione è un passo in avanti verso il miglioramento delle pratiche di gestione. Non si tratta, tuttavia di una misura sempre sufficiente per limitare l'impatto dell'inquinamento, perché molti problemi derivano da pressioni che non necessariamente sono di origine locale. La protezione della biodiversità del Mediterraneo, in termini sia di specie che di habitat, non dovrebbe fare affidamento su una serie di misure di intervento distinte, tese alla tutela di talune specie o taluni habitat, bensì dovrebbe sfruttare un approccio integrato basato sugli ecosistemi.

La creazione di un consiglio consultivo regionale per il Mediterraneo⁽⁵⁾ rappresenta un buon esempio di cooperazione multilaterale. Il maggior coinvolgimento di tutte le parti interessate auspicato nel consiglio consultivo regionale può garantire la formulazione e l'attuazione di un nuovo quadro legislativo in vista di una gestione della pesca più efficace e sostenibile nella regione. Inoltre, nel maggio 2004 è stata istituita nel Mediterraneo una nuova associazione, denominata Medisamak⁽⁶⁾, che comprende anche paesi terzi non appartenenti all'UE, e che prevede una cooperazione con la CGPM e con la CICTA per favorire la partecipazione delle parti interessate nell'ambito della recente decisione dei ministri della Pesca degli Stati mediterranei di rilanciare la CGPM al fine ultimo di incoraggiare la cooperazione multilaterale.

(4) Con l'espressione "prevenzione dell'inquinamento" si intende l'uso di materiali, processi o pratiche capaci di ridurre o eliminare la creazione di inquinanti o rifiuti alla fonte.

(5) Decisione 2004/585/CE del Consiglio, del 19 luglio 2004, relativa all'istituzione di consigli consultivi regionali nell'ambito della politica comune della pesca.

(6) Nell'ambito del piano d'azione dell'UE per la pesca sostenibile nel Mediterraneo.

Anche i programmi di gestione delle zone costiere sono buoni esempi di ottimizzazione delle pratiche di gestione e di cooperazione a livello regionale. Si tratta di iniziative pratiche nell'ambito del PAM della durata di 3-4 anni in media, che mirano all'introduzione di una gestione di tipo integrato delle zone costiere a livello nazionale o locale, oltre che al consolidamento istituzionale e al rafforzamento delle capacità, nell'ottica di recuperare le zone più pesantemente colpite dai problemi ambientali. In senso più lato, il miglioramento delle capacità istituzionali dei paesi mediterranei di gestire in modo sostenibile il loro ambiente e l'integrazione delle tematiche ambientali nelle politiche per lo sviluppo rappresentano una delle principali sfide della regione.

11.2.3 *Capacità socioeconomica di gestione dell'ambiente*

Le condizioni socioeconomiche prevalenti in ogni paese incidono in maniera significativa sulla capacità di ciascun paese di applicare e attuare una gestione ambientale adeguata, soprattutto di rimediare all'impatto dell'inquinamento urbano e industriale. Gli aiuti finanziari erogati nell'ambito della cooperazione regionale e multilaterale costituiscono una parte integrante del processo di valorizzazione della capacità e competenza socioeconomica, in particolare dei paesi dell'Europa meridionale.

È ovvio che non è possibile garantire in tutti i paesi analoghe condizioni per l'attuazione dei piani d'azione nazionali (NAP) intesi a mitigare l'inquinamento da fonti telluriche nell'ambito del programma d'azione strategico (SAP). Alcuni paesi del Mediterraneo meridionale e orientale e della fascia adriatica dovranno confrontarsi con problemi economici di enorme portata in termini di capacità di gestione dell'inquinamento e, pertanto, avranno bisogno della cooperazione esterna. Non sarà possibile sviluppare tecnologie costose di trattamento, a meno che tali tecnologie non vengano integrate economicamente nei costi di produzione, mentre le tecnologie per lo smaltimento dei rifiuti urbani e soprattutto dei rifiuti industriali che potrebbero essere sviluppate dovrebbero generare un'attività economica locale, basata esclusivamente sulla domanda e l'offerta. I piani d'azione regionali e nazionali, quindi, dovrebbero valutare i seguenti aspetti:

- sviluppo di un approccio sistemico per la gestione globale, su base nazionale, dell'inquinamento;
- ampliamento dei registri ai flussi produttivi;
- il problema della gestione ambientalmente razionale dei rifiuti industriali pericolosi.

Tutte le convenzioni internazionali hanno sollevato la questione del trattamento delle acque reflue industriali generate da produttori o utilizzatori di sostanze

pericolose. Tuttavia, le convenzioni ambientali sono state attuate secondo un modello che non tiene in considerazione la stretta interrelazione tra la lotta all'inquinamento e le condizioni socioeconomiche predominanti nei vari paesi. Pertanto, è di fondamentale importanza incoraggiare ciascun paese ad adottare un approccio integrato, che tenga conto di:

- la capacità finanziaria;
- la capacità tecnologica;
- l'armonizzazione dei regolamenti.

La strategia dell'UE sulla protezione dell'ambiente marino offre il quadro per la promozione di questa cooperazione rafforzata tra paesi del Mediterraneo settentrionale e meridionale attraverso la convenzione di Barcellona. In questo contesto, e soprattutto grazie alla sua attuazione a livello regionale, è già in corso una forma di cooperazione volta a proteggere l'ambiente marino del Mediterraneo, alla luce delle diverse capacità socioeconomiche della zona.

Il partenariato euromediterraneo e la politica europea di vicinato costituiscono una valida base politica, necessaria per lo sviluppo dell'indispensabile cooperazione multilaterale. La strategia mediterranea per lo sviluppo sostenibile (MSSD) si prefigge lo scopo di intensificare le sinergie tra i vari organismi regionali, i partenariati euromediterranei e il PAM (oltre che di valorizzare la cooperazione regionale facendo leva sul rafforzamento delle capacità e la mobilitazione di fondi).

MEDPOL, attraverso l'attuazione del SAP/NAP, continua a creare strumenti e mezzi finanziari nazionali per aiutare i paesi del Mediterraneo a mettere a punto i rispettivi NAP. A tale riguardo, ai fini di un'attuazione efficace delle convenzioni in materia ambientale nei paesi meridionali, sarebbe opportuno soppesare le responsabilità finanziarie tra nord/sud.

11.2.4 *Esigenze e futuri interventi della gestione integrata delle zone costiere (ICZM)*

Al fine di attenuare l'andamento negativo causato dalle pressioni che affliggono il Mar Mediterraneo, gli interventi proposti devono rispondere a una serie di esigenze specifiche, tra cui:

- l'armonizzazione e il potenziamento dell'attuazione dell'ICZM a livello regionale, nazionale e locale;
- la garanzia che l'ICZM sia attuata e che la sua applicazione possa migliorare nel tempo quando si tratta di questioni di carattere transfrontaliero;
- l'ottimizzazione delle componenti specifiche dell'ICZM (controllo del fenomeno dell'urbanizzazione e dell'esposizione ai pericoli naturali, tra cui gli effetti dei cambiamenti climatici);

- miglioramento delle capacità umane e istituzionali di realizzare i progetti di portata transfrontaliera;
- compatibilità e coerenza con le relazioni, gli obblighi e le priorità esterni per mezzo di politiche come la politica europea di vicinato e il processo di partenariato euromediterraneo;
- la sostenibilità delle misure proposte (soprattutto, se si ricerca un'assistenza di tipo finanziario).

Prima di descrivere la natura degli interventi indispensabili per la gestione delle zone costiere o per la formulazione di proposte d'azione, devono essere valutati e rispettati i seguenti fattori:

- la necessità di adottare un approccio realistico, la formulazione di proposte fattibili, applicabili entro scadenze di breve termine, che tuttavia gettino le fondamenta per iniziative di più ampio respiro e/o di lungo termine in futuro;
- l'esistenza di un contesto proattivo, che tenga conto dei problemi e degli impatti futuri o potenziali su scala transfrontaliera;
- l'armonizzazione con iniziative pertinenti passate e in corso a tutti i livelli;
- la coerenza con obiettivi, strategie e programmi globali/nazionali/regionali/locali;
- le disposizioni contenute nell'Agenda 21, nell'Agenda MED 21, nonché nei programmi PAM, GPA, GEF e nei programmi di dimostrazione dell'UE;
- un requisito che le attività proposte siano specifiche, concentrate sul problema e orientate agli obiettivi, che forniscano risultati e soluzioni pratiche, intese a mitigare/controllare/prevenire le fonti di inquinamento e le problematiche presenti e future a livello transfrontaliero;
- l'adozione di un quadro comune di politiche generale o specifico di un particolare tipo di zona costiera;
- la creazione di sostegno politico.

11.3 Necessità di meccanismi regolamentari adeguati

La priorità numero uno nella sfera della gestione ambientale nella regione del Mediterraneo è

rappresentata dall'elaborazione e dall'attuazione della necessaria legislazione ambientale. È importante che le politiche destinate a sfociare in azioni concrete siano fondate su strumenti giuridici che tengano conto dei processi regionali e internazionali; si deve inoltre sottolineare che, per il successo dell'attuazione di tali politiche, sarà fondamentale garantire l'applicazione di una serie di altre possibilità.

Lo status regolamentare della regione ne rispecchia la struttura socioeconomica e politica. La normativa in materia di gestione delle sostanze pericolose per gli Stati membri dell'UE e per i paesi associati è dettata dalle direttive europee, per quanto il grado di conformità nei sette Stati membri dell'UE che si affacciano sul Mediterraneo sia abbastanza diverso e si sia investito con lentezza nella prevenzione dell'inquinamento da sostanze pericolose. Al tempo stesso, gli Stati dotati di una capacità organizzativa di scarso livello e da economie deboli incontrano enormi difficoltà nel promuovere la protezione ambientale e nell'ottemperare agli impegni internazionali.

Il controllo e la gestione dell'inquinamento a livello nazionale sono distribuiti in maniera frammentaria tra le varie autorità. In molti paesi della regione la gestione delle acque reflue urbane e il controllo e la regolamentazione delle sostanze pericolose sono ampiamente decentrati; ciò significa che molte delle responsabilità sono demandate alle autorità provinciali o locali.

Altri paesi del bacino mediterraneo mostrano scarso rispetto per le norme regionali e nazionali in materia, pur avendo elaborato un quadro giuridico e istituzionale nazionale completo per l'attuazione dei regolamenti nazionali e regionali.

La ratifica dei protocolli continua a essere una sfida per la regione. Gran parte degli accordi ambientali multilaterali è stata ratificata da pochi paesi. Per esempio, né la convenzione di Barcellona rivista né qualcuno dei più recenti protocolli (tra cui quelli rivisti) sono entrati in vigore, pur essendo stati adottati nel 1995 e nel 1996.

Acronimi

ACCOBAMS:	Accordo del Principato di Monaco sulla difesa dei cetacei del Mar Nero, del Mediterraneo e dell'adiacente zona atlantica
ASP:	intossicazione amnesica da molluschi
BOD:	domanda biochimica di ossigeno
CBD:	convenzione sulla diversità biologica
PCP:	politica comune della pesca (UE)
CIESM:	Commissione internazionale per l'esplorazione scientifica del Mar Mediterraneo
CITES:	convenzione sul commercio internazionale delle specie di flora e di fauna selvatiche minacciate di estinzione
COD:	domanda chimica di ossigeno
CRL:	laboratorio comunitario di riferimento
DSP:	intossicazione diarroica da molluschi
AEA:	Agenzia europea dell'ambiente
CE:	Commissione europea
PEM:	partenariato euromediterraneo
PEV:	politica europea di vicinato
ETC/TE:	centro tematico europeo sull'ambiente terrestre
FAO:	Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura
GEF:	Fondo mondiale per l'ambiente
CGPM:	Commissione generale per la pesca nel Mediterraneo
HAB:	fioritura di alghe nocive
HCH:	esaclorocicloesano
HCMR:	Centro ellenico per la ricerca marina (<i>Hellenic Centre for Marine Research</i>)
CICTA:	convenzione internazionale per la conservazione dei tonnidi dell'Atlantico (la Commissione internazionale ha lo stesso acronimo)
CIEM:	Consiglio internazionale per l'esplorazione del mare
ICZM:	gestione integrata delle zone costiere
OMI:	Organizzazione marittima internazionale

COI:	Commissione oceanografica intergovernativa
COI-HANA:	Commissione oceanografica intergovernativa — Alghe dannose dell’Africa settentrionale
IUCN:	Unione mondiale per la natura
LBS:	di origine tellurica
MEA:	accordo ambientale multilaterale
MEDA:	programma MEDA di assistenza ai paesi del bacino mediterraneo, consistente in misure finanziarie e tecniche di accompagnamento alle riforme delle strutture economiche e sociali nei paesi terzi mediterranei.
MEPC:	Comitato per la protezione dell’ambiente marino
NAP:	piano d’azione nazionale
NDA:	analisi diagnostica nazionale
NIS:	specie non indigene
NRL:	laboratorio nazionale di riferimento
OCSE:	Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economici
IPA:	idrocarburo policiclico aromatico
PCB:	bifenile policlorurato
rapporto P/D:	rapporto tra specie pelagiche e specie demersali
POP:	inquinante organico persistente
PSP:	sindrome paralitica da molluschi
PTS:	sostanze tossiche persistenti
REMPEC:	Centro regionale di coordinamento e controllo per la prevenzione e la lotta all’inquinamento nel Mediterraneo
ORP:	Organizzazione regionale per la pesca
SAP:	piano d’azione strategico
SAP/BIO:	programma d’azione strategico per la biodiversità nella regione mediterranea
SAP/MED:	programma d’azione strategico nel Mediterraneo
SMAP:	programma d’azione prioritario in materia di ambiente a breve e medio termine
SPA:	zone specialmente protette
SPAMI:	zone specialmente protette di importanza mediterranea
STB:	fioriture di tossine algali contaminanti i frutti di mare
TDA:	analisi diagnostica transnazionale

TL:	livello trofico
UNCLOS:	convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare
UNEP:	Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente
UNEP/PAM:	Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente/piano d'azione per il Mediterraneo
UNEP/RAC/SPA:	Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente/centro di attività regionali per zone specialmente protette
UNEP-WCMC:	Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente — <i>World Conservation Monitoring Centre</i> (Centro mondiale per il monitoraggio della conservazione)
UNEP/OMS:	Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente/Organizzazione mondiale della Sanità
UNIDO-ICS:	Organizzazione delle Nazioni Unite per lo sviluppo industriale — Centro internazionale per la scienza e l'alta tecnologia
DQA:	direttiva quadro in materia di acque
WWTP:	impianto per il trattamento delle acque reflue

Bibliografia

- Anderson, D.M., Andersen, P., Bricelj, V.M., *et al.*, 2001. *Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters*, APEC #201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program, Singapore, e Commissione oceanografica intergovernativa, Serie tecnica n. 59, Parigi.
- Aranda, A., 2004. Présence de l'Algue *Carlerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh (*Caulerpales, Ulvophyceae*) dans les côtes continentales de l'Espagne. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 37, pag. 478.
- Ardizzone, G.D., Tucci, P., Somaschini, A., *et al.*, 2000. Is bottom trawling partly responsible for the regression of *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean Sea? In: *Effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues*. (Kaiser M.J. and de Groot S.J. eds). Blackwell Science, Oxford, 399, pagg. 37–46.
- Balss, H., 1927. Decapoda (con un'appendice, Schizopoda, di C. Zimmer). The fishery grounds near Alexandria. *VII. Fisheries Research Directorate Notes and Memoirs*, Cairo, 15, pagg. 1–67.
- Bello, G., Casavola, N. e Rizzi, E., 2004. Aliens and visitors in the Southern Adriatic Sea: effects of tropicalisation. In: *Rapport du 37ème Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pag. 491.
- Ben Mustapha, K. e Abed, A. El., 2001. Données nouvelles sur des éléments du macrobenthos marine de Tunisie. In: *Rapport du 36ème Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pag. 358.
- Bertrand, J.A., Gil De Sola, L., Papaconstantinou, C., *et al.*, 2002. The general specifications of the MEDITS surveys. In: *Mediterranean Marine Demersal Resources: The MEDITS International Trawl Survey (1994–1999)*. *Scientia Marina*. 66 (Suppl. 2), pagg. 9–17.
- BIOMARE: azione concertata della CE. (<http://www.biomareweb.org>).
- Progetto BIOMEJIMED. 'Microcontaminants Biodisponibility, Temporal trends and associated biological effects in the Mediterranean Spanish Coast using mussels (*Mytilus* spp) as indicator'. Instituto Español de Oceanografía. (http://www.ieo.es/proyectos/medio_marino5_2004.htm#BIOMEJIMED3).
- Bordehore, C., Ramos-Esplá, A.A. e Riosmena-Rodríguez, R., 2003. Comparative study of two maerl beds with different otter trawling history, southeast Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine & Freshwater Ecosystems*, 13, pagg. 43–54.
- Borja, A., Franco, J., and Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of softbottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40, pp. 1100–1114.
- Borja, Á., Muxika, I. e Franco, J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 46, pagg. 835–845.
- Bosman, A., Chiocci, F.L., Romagnoli, C., *et al.*, 2004. Fast evolution of a submarine volcanic flank experiencing a large-scale landslide: the case of Stromboli, Aeolian islands. In: *Rapport du 37e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pag. 10.
- Boudouresque, C-F., 1994. Les espèces introduites dans les eaux côtières d'Europe et de la Méditerranée: état de la question et conséquences. In: *Introduced species in coastal waters*. Boudouresque, C.F., Briand F. and Nolan, C. (eds), Lussemburgo: pubblicazioni della Commissione europea, pagg. 8–27.
- Breithaupt, H., 2003. Aliens on the shores. Biodiversity and national economies are being threatened by the invasion of non-native species. *EMBO reports* vol. 4 n. 6 pagg. 547–550.
- Cancemi, G., Falco, G.D. e Pergent, G., 2003. Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 56 (5–6), pagg. 961–968.
- Carbonell, A., Martin, P., De Ranieri, *et al.*, 1998. Discards of the western Mediterranean trawl fleets. In: *Rapport du 35ème Congrès de la Commission*

- Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pagg. 292–293.
- Cinelli, F., Salghetti-Drioli, U. e Serena, F., 1984. Nota sull'areale di *Acrothamnion preissii* (Sonder)Wollaston nell'Alto Tirreno. *Quadrati di Museo di Storia Naturale Livorno*, 5, pagg. 57–60.
- Progetto CYCLOPS. (UE — DG XII, EVK3 — CT99 — 0009): *CYCLing Of Phosphorus in the Mediterranean*. <http://earth.leeds.ac.uk/cyclops/index.html>
- D'Onghia, G., Carlucci, R., Maioran, P., et al., 2003. Discards from Deep-water Bottom Trawling in Eastern-Central Mediterranean Sea and Effects of Mesh Size Changes. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, Vol. 31, pagg. 245–261.
- Danovaro, R., Gambi, C., Luna, G.M., et al., 2004. Unsustainable impact of mussel farming in the Adriatic Sea (Mediterranean Sea): evidence from biochemical, microbial and meiofaunal indicators. *Marine Pollution Bulletin*, 49 (4), pagg. 325–333.
- De Leiva Moreno, J.I., Agostini, V.N., et al., 2000. Is the pelagic-demersal ratio from fishery landings a useful proxy for nutrient availability? A preliminary data exploration for the semi-enclosed seas around Europe. *ICES Journal of Marine Science*, 57, pagg. 1090–1102.
- Delgado, O., Ruiz, J., Perez, M., et al., 1999. Effects of fish farming on sea grass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: sea grass decline after organic loading cessation. *Oceanologica Acta*, 22 (1), pagg. 109–117.
- Dimech, M., Borg, J.A. e Schembri, P.J., 2002. Changes in the structure of a *Posidonia oceanica* meadow and in the diversity of associated decapod, mollusc and echinoderm assemblages, resulting from inputs of waste from a marine fish farm (Malta, Central Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 71, pagg. (3).
- Dogan, A., 2004. Ecological Quality Assessment in Izmir Bay Using the Bentix Index. *Workshop on Marine Sciences & Biological Resources*, Univ. Tishreen, Lattakia Syria, 25–26 maggio 2004.
- ECOHARM (<http://www.bom.hik.se/ECOHARM/results.html>).
- AEA, 1999. Stato e pressioni sull'ambiente marino e costiero del Mediterraneo. E. Papatthanassiou e G. P. Gabrielidis (Eds.). Agenzia europea dell'ambiente, Environmental assessment series No 5, pagg. 137. (<http://reports.eea.eu.int/ENVSERIES05/en/envissue05.pdf>).
- AEA, 2002 *Europe's biodiversity — biogeographical regions and seas*. Environmental issue report Pubblicato dall'AEA (Agenzia europea dell'ambiente) Copenaghen 2002. (http://reports.eea.eu.int/report_2002_0524_154909/en).
- AEA, 2004a (WEC2c) *Macrophytes (sea grasses) in marine coastal waters*. http://eea.eionet.eu.int/Members/irc/eionet-circle/etcwater/library?l=/work_packages_2001/integrated_assessment/contributions_reporting/water_indicator/publishedsversionsofsfac/wec2cs29marinesseagrasses/_EN_1.0_.
- AEA, 2004b. *Indicator fact sheet WH6s Hazardous substances in biota*. http://eea.eionet.eu.int/Members/irc/eionet-circle/etcwater/library?l=/activities_2004/431_eea_indicators/update_indicators/candidate_indicators/hazardoussubstancesbiota/_EN_2.0.
- ETC/TE, 2004. *On the Road to Sustainability CLC as a main tool — Spain*. Lancio di CLC2000, evento organizzato a Bruxelles, 17 novembre 2004, intervento di D. Jiménez-Beltrán.
- EMEP/MSC-W, 2000. *Effects of international shipping on European pollution levels*. Jonson, J.E., Tarasson, L. and J. Bartnicki (eds). The Norwegian Meteorological Institute Research report, 41, pagg. 24.
- Commissione europea (CE), 2000. *The European dioxine emission inventory (Stage II)*. Final Report, Vol. 3, Quass, U., Fermann, U., Broker, G. (North Rhine–Westphalia State Environmental Agency), pagg. 140.
- Commissione europea (CE), 2005. Documento di lavoro della Commissione. Allegato alla comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo — Strategia comunitaria sul mercurio. Valutazione d'impatto estesa COM(2005)20 def.http://europa.eu.int/comm/environment/chemicals/mercury/pdf/extended_impact_assessment.pdf.
- FAO FISHSTAT Plus (a), 2004a. [Http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp](http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp): *GFCM (Mediterranean and Black Sea) capture production 1970–2002*: (ultimo accesso: 10 dicembre 2004).
- FAO FISHSTAT Plus, 2004b. [Http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp](http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp): *Aquaculture production:quantities: 1950–2002*: (ultimo accesso: 10 dicembre 2004).

- Fischler, F., 1999. *The future of aquaculture in Europe*. III conferenza annuale della PESCA http://europa.eu.int/comm/fisheries/news_corner/discours/speech1_en.htm (ultimo accesso: 7 dicembre 2004).
- Fishelson, L., 2000. Marine animal assemblages along the littoral of the Israeli Mediterranean seashore: The Red-Mediterranean Seas communities of species. *Italian Journal of Zoology*, 67(3), pagg. 393–415.
- Fredj, G., Bellan-Santini, D. e Meinardi, M., 1992. Etat des connaissances sur la faune marine Méditerranéenne. *Bulletin de l'Institut Oceanographique*, Monaco, Numéro spécial 9, pagg. 133–45.
- Galil, B. e Zenetos, A., 2002. A sea change — exotics in the Eastern Mediterranean Sea. In: *Invasive aquatic species in Europe. Distribution, impacts and management*. E. Leppakoski, et al. (eds), Dordrecht: Kluwer Academic publishers, pagg. 325–336.
- Galil, B., Froggia, C. e Noel, P., 2002. *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean Volume 2: Crustacean Decapods and Stomatopods*. F. Briand (Ed), Monaco: CIESM Publishers.
- Garcés, E., M. Masó, Vila, M., et al. 2000. HABs events in the Mediterranean Sea: are they increasing? A case study of the last decade in the NW Mediterranean and the genus *Alexandrium*. *Harmful Algal News*, 20, pagg. 1–11.
- Gianni, M., 2004. *Sea bed trawling, the greatest threat to deep-sea biodiversity*. http://www.panda.org/about_wwf/what_we_do/marine/news/news.cfm?uNewsID=11081 (accessed 10 February, 2004).
- Gowen, R.J., Rosenthal, H., Makinen T., et al. 1990. *Environmental impacts and aquaculture activities. Aquaculture Europe-Business Joins Science*. N. Da Pauwand and R. Billard (eds) E.A.S. Special publication No. 12, Belgio 1990, pagg. 257–283.
- Hawkey, J. (ed.), 2003. *The EU-US Scientific Initiative on Harmful Algal Blooms*. Relazione di un workshop finanziato dalla Commissione europea (Programma per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile) e la fondazione statunitense U.S. National Science Foundation, 5–8 settembre 2002 — Trieste, Italia.
- HCMR, 2005. *Assessment of the trophic level and ecological quality status of Saronikos Gulf*. Ch. Zeri & I. Siokou-Frangou (eds), Hellenic Centre for Marine Research, Relazione tecnica, pagg. 78 (in greco).
- IFEN, 1999. *L' Environnement en France*. Institut de l'Environnement, Parigi. pagg. 285.
- Ignatiades, L., 1998. The productive and optical status of the oligotrophic waters of the Southern Aegean Sea (Cretan Sea), Eastern Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 20, pagg. 985–995.
- IUCN, 2004. *Mediterranean marine aquaculture and environment*. Identification of issues. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Barcellona, pagg. 34.
- Izzo, G., 2001. *Monitoring of Mediterranean marine eutrophication: strategy, parameters and indicators*. UNEP(DEC) Relazione (bozza) presentata durante la riunione di revisione di MED-POL, Roma 5–7 dicembre 2001.
- Johnson, L.J. e Frid, C.L.J., 1995. The recovery of benthic communities along the County Durham coast after cessation of colliery spoil dumping, *Marine Pollution Bulletin*, 30, pagg. 215–220.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., et al. 2000. Impact of cage farming of fish on the sea bed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science*, 57, pagg. 1462–1471.
- Katavic, I., and Anatolic, B., 1999. On the impact of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) cage farm on water quality and macrobenthic communities. *Acta Adriatica*. Vol 40 (2), pp. 19–32.
- Kocak, F, Ergen, Z. e Çinar, M.E., 1999. Fouling organisms and their developments in a polluted and an unpolluted marina in the Aegean Sea (Turkey). *Ophelia* 50, pagg. 1–20.
- Kocataş, A., 1978. Distribution et évolution des peuplements benthiques du Golfe d'Yzmir (partie intérieure) soumis à des multiples pollutions. IV (es) Journées d'Etudes sur les Pollutions Marines. CIESM. Antalya, pagg. 417–421.
- Koray, T., 2002. Toxic and Harmful Phytoplanktonic species in the Aegean (including Dardanelles) and Northeastern Mediterranean Coastline, *Workshop on Lessepsian Migration*, 20–21 July 2002, Gokceada Turchia.
- La Rosa, T., Mirto, S, Mazzola, A, et al. 2004. Benthic microbial indicators of fish farm impact in a coastal area of the Tyrrhenian Sea. *Aquaculture*, 230 (1–4), pagg. 153–167.

- Machias A, Vassilopoulou V, Vatsos, D., *et al.*, 2001. Bottom trawl discards in the N.E. Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 53, pagg. 181–195.
- Machias, A., Karakassis, I., Labropoulou, M., *et al.*, 2004. Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 60 (4), pagg. 771–779.
- Ministero maltese dell’Ambiente, 2001. *Environment and sustainable development in Malta*, pagg. 25.
- Ufficio nazionale delle Statistiche di Malta, 2002. *Environment Statistics*, pagg. 70.
- McDougall, N. e Black, K.D., 1999. Determining sediment properties around a marine cage farm using acoustic ground discrimination: RoxAnnTM. *Aquaculture Research*, 30, pagg. 451–458.
- Meinesz, A., Javel, F., Cottalorda, J. M., *et al.*, 2003 — *Suivi de l’invasion des algues tropicales Caulerpa taxifolia and Caulerpa racemosa en Méditerranée: situation devant les côtes françaises et monégasques au 31 décembre 2002*. Laboratoire Environnement Marin Littoral — Université de Nice Sophia-Antipolis, LEML publisher, pag. 115.
- Mienis, H.K., 1999. *Strombus persicus* on the fishmarket of Yafo, Israel. *De Kreukel* 35(7), pag. 112.
- Migeon, S., Sultan, N., Sardou, O., *et al.*, 2004. The Var turbiditic system: Sediment supplies, slope instabilities and mass wasting. In: *Rapport du 37e Congrès de la Commission Internationale pour l’Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pag. 58.
- Piano d’azione nazionale francese*, 2005. UNEP/PAM, pag. 109.
- Analisi diagnostica nazionale dell’Albania*, 2003. UNEP/PAM, pag. 44.
- Analisi diagnostica nazionale dell’Algeria*, 2003. UNEP/PAM, pag. 114.
- Analisi diagnostica nazionale della Bosnia-Erzegovina*, 2003. UNEP/PAM, pag. 72.
- Analisi diagnostica nazionale della Croazia*, 2003. UNEP/PAM, pag. 86.
- Analisi diagnostica nazionale di Cipro*, 2003. UNEP/PAM, pag. 67.
- Analisi diagnostica nazionale dell’Egitto*, 2003. UNEP/PAM, pag. 48.
- Analisi diagnostica nazionale della Grecia*, 2003. UNEP/PAM, pag. 64.
- Analisi diagnostica nazionale di Israele*, 2003. UNEP/PAM, pag. 85.
- Analisi diagnostica nazionale del Libano*, 2003. UNEP/PAM, pag. 127.
- Analisi diagnostica nazionale della Libia*, 2003. UNEP/PAM, pag. 91.
- Analisi diagnostica nazionale del Marocco*, 2003. UNEP/PAM, pag. 73.
- Analisi diagnostica nazionale di Serbia e Montenegro* 2004. UNEP/PAM, pag. 13.
- Analisi diagnostica nazionale della Slovenia*, 2003. UNEP/PAM, pagg. 50.
- Analisi diagnostica nazionale della Siria*, 2003. UNEP/PAM, pagg. 37.
- Analisi diagnostica nazionale della Tunisia*, 2003. UNEP/PAM, pagg. 31.
- Analisi diagnostica nazionale della Turchia*, 2003. UNEP/PAM, pagg. 67.
- Occhipinti Ambrogi, A. 2002. Current Status of Aquatic Introductions in Italy. In: *Invasive aquatic species of Europe — distribution, impact and management*. Leppäkoski, E., Gollasch and S. Olenin (eds). Dordrecht, Boston, Londra. Kluwer Academic Publishers, pagg. 311–324.
- OCSE, 2002. *Studies of environmental performance: Italy*, pag. 270.
- Pavlakis P., Tarchi D. e Sieber A. J., 2001. On the monitoring of illicit vessel discharges using spaceborne SAR remote sensing — A reconnaissance study in the Mediterranean Sea. *Annals of Telecommunications*, 56, (11/12), pagg. 700–718.
- Pauly D., Christensen, V., Dalsgaard, J., *et al.*, 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279, pagg. 860–863.
- Perez, T., Garrabou, J., Sartoretto S., *et al.*, 2000. Mortalité massive d’invertébrés marins: un évènement sans précédent en Méditerranée nord-

occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Paris, Sciences de la Vie*, 323, pagg. 853–865.

Pergent, G., Mendez, S., Pergent-Martini, C., *et al.*, 1999. Preliminary data on the impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean. *Oceanologica Acta*, 22 (1), pagg. 95–107.

Piazzi, L. e collaboratori (in corso di pubblicazione). 'Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the spread.'

Principauté de Monaco, 1997. *Rapport National de la Principauté de Monaco à la session extraordinaire de l'Assemblée Générale des Nations Unies*, Rio + 5, pagg. 87.

Reale, B., Sbrana M. e De Ranieri, S., 1995. Population dynamics of *Merluccius merluccius* exploited by two different trawl nets in the northern Tyrrhenian Sea. In: *Rapport du 34e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pag. 254.

REMPEC, 2001. *Records and statistics on oil spill alerts and accidents*. <http://www.rempec.org/>.

REMPEC. 2003 <http://www.rempec.org/>.

Rinaldi, E., 1985. Alcuni dati significativi sulla proliferazione di *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière, 1789) in Adriatico lungo la costa Romagnola. *Bollettino Malacologico*, 21(1–4), pagg. 41–42.

Ruiz, J.M. e Marta, P., 2001. Effects of Fish Farm Loadings on Sea grass (*Posidonia oceanica*) Distribution, Growth and Photosynthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 42 (9) pagg. 749–760.

Sartor, P., Sbrana, M., Ungaro, N., *et al.*, 2002. Distribution and abundance of *Citharus linguatula*, *Lepidorhombus boschii* and *Solea vulgaris* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) in the Mediterranean Sea. In: *Mediterranean Marine Demersal Resources: The MEDITS International Trawl Survey (1994–1999)*. *Scientia Marina*. 66 (Suppl. 2), pagg. 83–102.

Sartor, P., Sbrana, M. e Reale, B., 2003. Impact of Deep Sea Trawl fishery on the Demersal Communities in the Northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 31, pagg. 275–284.

Simboura, N. e Zenetos, A., 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottoms marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Science*. 3/2, pagg. 77–111.

Smayda, T., 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. In: *Toxic Marine Phytoplankton*, edito da by E. Graneli, B. Sundström, L. Edler, and D.M. Anderson, Elsevier, New York.

Soloviev, S.L., Go, Ch.N., Kim, Kh.S. *et al.*, 1997. *Tsunami in the Mediterranean Sea, 2000 B.C.–1991 A.D.*, Mosca, National Geophysical Committee (sulla base di dati forniti da O.N.Solovieva).

Stephanou, D., 1997. Experience of offshore fish farming in Cyprus. In: Muir J. (ed.), Basurco B. (ed.). *Mediterranean offshore mariculture*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000. pagg. 57–64: 2 grafici. 3 tabelle. 6 sintesi (En, Fr). (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 30). Corso avanzato della rete CIHEAM sulle tecnologie dell'acquacoltura nel Mediterraneo su 'Mediterranean Offshore Mariculture', 1997/10/20–24, Zaragoza (Spagna).

Stergiou, K.I. e Koulouris, M., 2000. Fishing down the marine food webs in the Hellenic seas, pagg. 73–78. In: *Fishing down the Mediterranean food webs* CIESM Workshop Series 12, pag. 99.

STRATEGY: <http://www.icm.csic.es/bio/projects/strategy>

Streftaris, N., Zenetos, A. e Papatthanassiou, E., 2005. Globalisation in marine ecosystems — The story of non indigenous marine species across European Seas. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 43, pagg. 421–455.

Todd, E.C.D., 1993. Domoic Acid and Amnesic Shellfish Poisoning. *A review. Journal of Food Protection*, 56, pagg. 69–86.

TRIBE, 1997. Trawling Impact on Benthic Ecosystems (TRIBE). (Ed. A. Zenetos) Relazione finale alla DG XIV, contratto numero 095/014, giugno 1997, pagg. 110 e allegati Annexes.

Tserpes, G., Fiorentino, F., Levi, D., *et al.*, 2002. Distribution of *Mullus barbatus* and *M. surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) in the Mediterranean continental shelf: implications for management In: *Mediterranean Marine Demersal Resources: The*

- MEDITS International Trawl Survey (1994–1999). *Scientia Marina*. 66 (Suppl. 2), pagg. 39–54.
- UNEP Sostanze chimiche 2002. *Mediterranean Regional Report. Regionally based assessment of persistent toxic substances*, pagg. 148.
- UNEP–WCMC, 2004. *Mediterranean Interactive Map Services: Tanker spills*: <http://nene.unep-wcmc.org/imap/ipieca/Mediterranean/viewer.htm>.
- UNEP, Plan Bleu, 2001. Les fascicules du Plan Bleu: *La Démographie en Méditerranée*. Economica, pagg. 249
- UNEP/PAM, 2003a. *Riverine transport of water, sediments and pollutants to the Mediterranean Sea*. MAP Technical Reports Series No 141, pag. 111.
- UNEP/PAM, 2003b. *Concept Paper on Mediterranean Marine Pollution Indicators*. (UNEP(DEC)/MED WG.231/17).
- UNEP/PAM, 2003c. *Guidelines for the development of Ecological Status and Stress Reduction Indicators*. (UNEP(DEC)/MED WG.231/18).
- UNEP/PAM, 2004a. *MED POL, Transboundary Diagnostic Analysis (T.D.A.) for The Mediterranean Sea*, Athens 2004. pag. 318.
- UNEP/PAM, 2004b. *Marine pollution indicators Fact sheets*. Document UNEP(DEC)MEDWG.264/Inf.14.
- UNEP/PAM, 2005. Expert meeting on Marine Pollution Indicators (MPIs) UNEP, Atene, Grecia, 4–5 aprile 2005.
- UNEP/PAM/MEDPOL, 2004. *Mariculture in the Mediterranean*. MAP Technical Reports Series. No. 140. UNEP/PAM, Attene. pag. 80.
- UNEP/PAM/MEDPOL/OMS, 2004. *Municipal wastewater treatment plants in Mediterranean cities (II)*. MAP Technical Report Series No 157, pag. 81.
- UNEP/PAM/OMS, 1999. *Identification of priority pollution hot spots and sensitive areas in the Mediterranean*. MAP Technical Report Series No 124, pag. 86.
- UNEP/OMS, 2003. Second Report on the pollution hot spots in the Mediterranean-Part II-Revised Country Reports. *Meeting of the MED POL National Coordinators*, Sangemini Italia, 27–30 maggio 2003. UNEP(DEC)MED WG.231/5b.
- UNEP-RAC/SPA, 2003. *Effects of fishing practices in the Mediterranean Sea. Impact on marine sensitive habitats, and species, technical solution and recommendations*. (eds S. Tudela, J.Sacchi). RAC/SPA — Centro di attività regionale per le zone specialmente protette, Tunisia, pag. 116.
- Vannucci, G. Pondrelli, S., Argnani, A., et al., 2004. An Atlas of Mediterranean seismicity. *Annals of Geophysics*, 47 (1) Supplemento, pagg. 247–306.
- Vassilopoulou, V. e Papaconstantinou C., 1998. Discarding at sea by commercial trawlers in Hellenic waters. In: *Rapport du 35e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pagg. 502–503
- Verlaque, M., 1989. Contribution à la flore des algues marines de la Méditerranée: espèces rares ou nouvelles pour les côtes françaises. *Botanica Marina*, 32 pagg. 101–113.
- Verlaque, M., 2001. Checklist of the macroalgae of Thau Lagoon (Herault, France) a hot spot of marine species introduction in Europe. *Oceanologica Acta* 17, pagg. 1–23.
- Verlaque, M., Afonso-Carrillo, J., Gil-Rodríguez, M.C., et al., 2004. Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). *Biological Invasions* 6(3), pagg. 269–281.
- Zago, C., Capodaglio, G., Ceradini, et al., 2000. Benthic fluxes of cadmium, lead, copper and nitrogen species in the northern Adriatic Sea in front of the river Po outflow, Italy. *The Science of Total Environment*, 246, pagg.121–137.
- Zenetos A., Todorova V. and Alexandrov, A., 2003. 'Marine biodiversity changes in zoobenthos in the Mediterranean Sea' Invited talk in: *Conference on Sustainable Development of the Mediterranean and Black Sea Environment*, Thessaloniki, 28–31/5/2003. (<http://www.iasonnet.gr/program/program.html>)
- Zenetos, A. e Simboursa, N., 2001. Soft bottom benthic indicators. In: *Rapport du 36e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. CIESM Atti del convegno, pag. 339.
- Zibrowius, H., 1992. Ongoing Modification of the Mediterranean Marine Flora and Fauna by the Establishment of Exotic Species, *Mesogee* 51, pagg. 83–107.

Agenzia europea dell'ambiente

Problemi prioritari nell'ambito del Mediterraneo

2006 — 90 pagg. — 21 x 29.7 cm

ISBN 978-92-9167-369-8

SALES AND SUBSCRIPTIONS

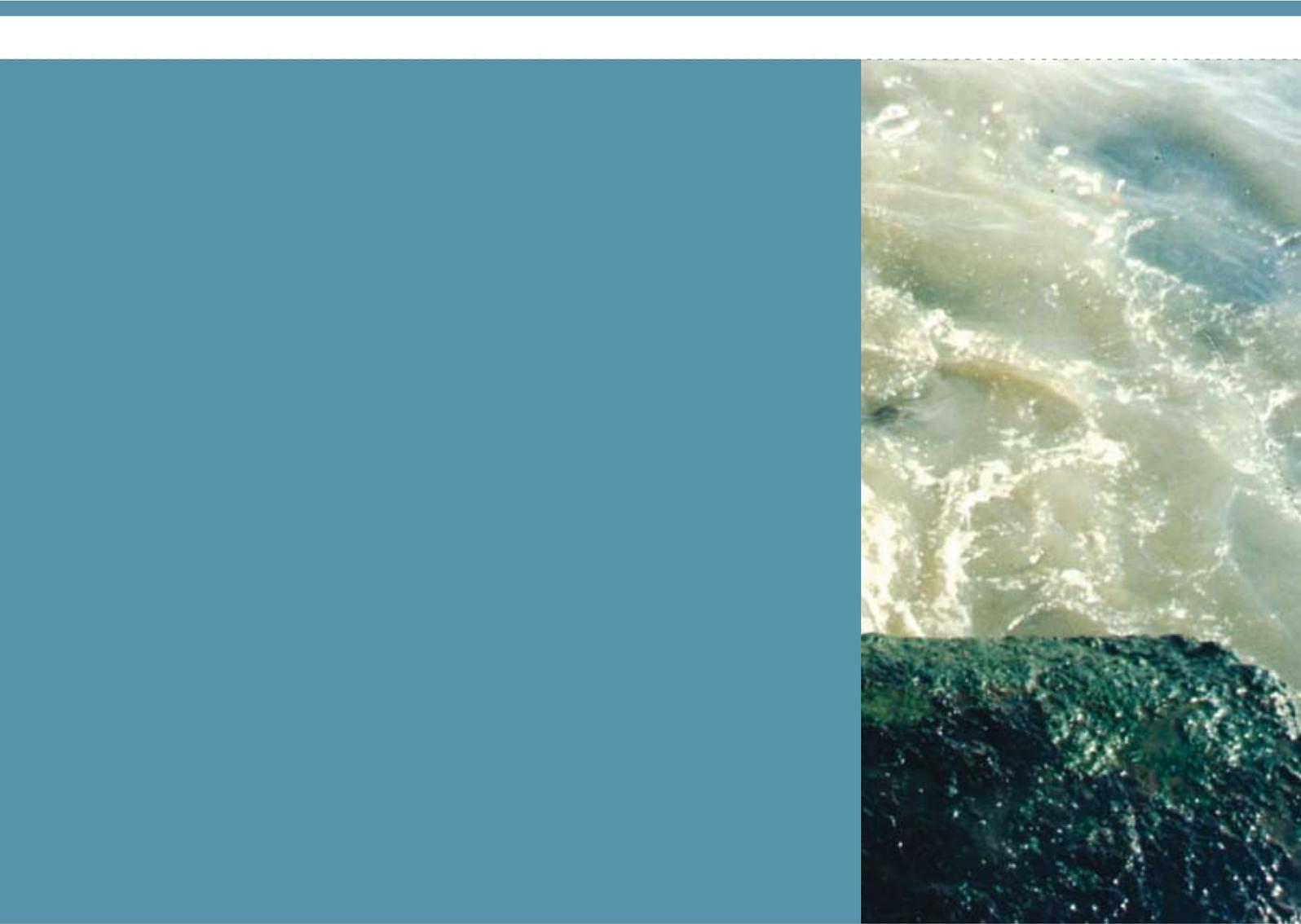
Publications for sale produced by the Office for Official Publications of the European Communities are available from our sales agents throughout the world.

How do I set about obtaining a publication?

Once you have obtained the list of sales agents, contact the sales agent of your choice and place your order.

How do I obtain the list of sales agents?

- Go to the Publications Office website <http://publications.eu.int/>
- Or apply for a paper copy by fax +352 2929 42758



Agenzia europea dell'ambiente
Kongens Nytorv 6
1050 Copenhagen K
Danimarca

Tel.: +45 33 36 71 00
Fax: +45 33 36 71 99

Web: www.eea.eu.int
Richieste di informazioni: www.eea.eu.int/enquiries

ISBN 978-92-9167-369-8



9 789291 673698



Publications Office